



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107623504 A

(43)申请公布日 2018.01.23

(21)申请号 201710568307.5

H04B 1/50(2006.01)

(22)申请日 2017.07.12

(30)优先权数据

2016-140918 2016.07.15 JP

(71)申请人 株式会社村田制作所

地址 日本京都府

(72)发明人 奥田哲朗

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 李逸雪

(51)Int.Cl.

H03H 9/72(2006.01)

H03H 9/25(2006.01)

H03H 9/145(2006.01)

H04B 1/00(2006.01)

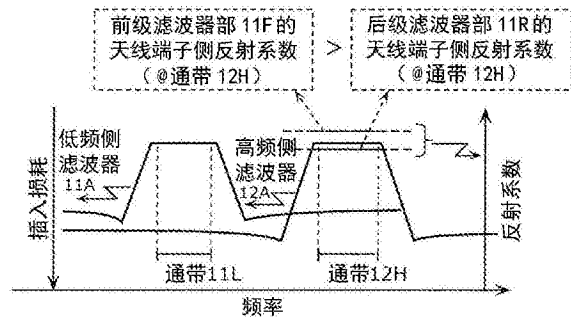
权利要求书5页 说明书21页 附图16页

(54)发明名称

多工器、高频前端电路以及通信装置

(57)摘要

本发明提供一种高频信号的传播损耗减少的小型化的多工器。具备被共用端子(101)收束的多个滤波器的多工器(1A)具备:具有第1通带的低频侧的滤波器(11A)、和具有比第1通带高的第2通带的高频侧滤波器(12A),低频侧的滤波器(11A)具有:前级滤波器部(11F),由2个以上的弹性波谐振器之中被配置于共用端子(101)侧的1个以上的弹性波谐振器构成;和后级滤波器部(11R),由除前级滤波器部(11F)的弹性波谐振器以外的弹性波谐振器构成,以单体从共用端子(101)侧观察前级滤波器部(11F)的情况下的第2通带中的反射系数比以单体从共用端子(101)侧观察后级滤波器部(11R)的情况下的第2通带中的反射系数大。



1. 一种多工器,具有共用端子、第1输入输出端子以及第2输入输出端子,具备被所述共用端子收束的多个滤波器,其中,

所述多工器具备:

第1滤波器,由被配置于所述共用端子与所述第1输入输出端子之间的2个以上的弹性波谐振器构成,且具有第1通带;和

第2滤波器,连接于所述共用端子以及所述第2输入输出端子,且具有频率与所述第1通带不同的第2通带,

所述第1滤波器具有:

前级滤波器部,由所述2个以上的弹性波谐振器之中被配置于所述共用端子侧的1个以上的弹性波谐振器构成;和

后级滤波器部,由所述2个以上的弹性波谐振器之中除所述1个以上的弹性波谐振器以外的弹性波谐振器构成,

以单体从所述共用端子侧观察所述前级滤波器部的情况下的所述第2通带中的反射系数比以单体从所述共用端子侧观察所述后级滤波器部的情况下的所述第2通带中的反射系数大。

2. 根据权利要求1所述的多工器,其中,

所述前级滤波器部由所述2个以上的弹性波谐振器之中最接近于所述共用端子而配置的一个弹性波谐振器构成。

3. 根据权利要求1或者2所述的多工器,其中,

所述第1滤波器具有梯子型的滤波器构造,

所述前级滤波器部作为所述1个以上的弹性波谐振器而包含串联臂谐振器以及并联臂谐振器的至少一方。

4. 根据权利要求1~3中任一项所述的多工器,其中,

所述第1滤波器具有纵耦合型的滤波器构造。

5. 根据权利要求1~4中任一项所述的多工器,其中,

所述第1通带位于比所述第2通带更靠高频侧,

构成所述前级滤波器部的所述1个以上的弹性波谐振器是由具有压电体层的基板和形成于该基板上的IDT电极构成的声表面波谐振器,

在所述前级滤波器部中,将(1)由LiNbO₃构成的所述压电体层中传播的瑞利波、(2)由LiTaO₃构成的所述压电体层中传播的漏波、以及(3)由LiNbO₃构成的所述压电体层中传播的拉夫波的任意一个利用为声表面波。

6. 根据权利要求5所述的多工器,其中,

在所述后级滤波器部中,弹性波谐振器由固态装配谐振器SMR或者薄膜体声波谐振器FBAR构成。

7. 根据权利要求1~4中任一项所述的多工器,其中,

所述第1通带位于比所述第2通带更靠高频侧,

构成所述前级滤波器部的所述1个以上的弹性波谐振器是由具有压电体层的基板和形成于该基板上的IDT电极构成的声表面波谐振器,

在所述前级滤波器部中,弹性波谐振器具有声速膜层叠构造,该声速膜层叠构造由所

述IDT电极形成于一个主面上的所述压电体层、传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速高速的高声速支承基板、以及被配置于所述高声速支承基板与所述压电体层之间且传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速低速的低声速膜构成，

在所述后级滤波器部中，弹性波谐振器由SMR或者FBAR构成。

8. 根据权利要求1~4中任一项所述的多工器，其中，

所述第1通带位于比所述第2通带更靠低频侧，

在所述前级滤波器部中，是(1)将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的瑞利波利用为声表面波、(2)弹性波谐振器由SMR构成、以及(3)弹性波谐振器由FBAR构成、的任意一个。

9. 根据权利要求8所述的多工器，其中，

在所述后级滤波器部中，是(1)弹性波谐振器具有声速膜层叠构造，该声速膜层叠构造由IDT电极形成于一个主面上的压电体层、传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速高速的高声速支承基板、以及被配置于所述高声速支承基板与所述压电体层之间且传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速低速的低声速膜构成；(2)将由LiTaO₃构成的压电体层中传播的漏波利用为声表面波；以及(3)将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的拉夫波利用为声表面波、的任意一个。

10. 根据权利要求1~4中任一项所述的多工器，其中，

所述第1通带位于比所述第2通带更靠低频侧，

构成所述前级滤波器部以及所述后级滤波器部的弹性波谐振器是由具有压电体层的基板和形成于该基板上的IDT电极构成的声表面波谐振器，

在所述前级滤波器部中，弹性波谐振器具有声速膜层叠构造，该声速膜层叠构造由所述IDT电极形成于一个主面上的所述压电体层、传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速高速的高声速支承基板、以及被配置于所述高声速支承基板与所述压电体层之间且传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速低速的低声速膜构成，

在所述后级滤波器部中，(1)将由LiTaO₃构成的所述压电体层中传播的漏波利用为声表面波、或者(2)将由LiNbO₃构成的所述压电体层中传播的拉夫波利用为声表面波。

11. 根据权利要求1~4中任一项所述的多工器，其中，

所述第1通带位于比所述第2通带更靠低频侧，

构成所述前级滤波器部以及所述后级滤波器部的弹性波谐振器是由具有压电体层的基板和形成于该基板上的IDT电极构成的声表面波谐振器，

在所述前级滤波器部中，将由LiTaO₃构成的所述压电体层中传播的漏波利用为声表面波，

在所述后级滤波器部中，将由LiNbO₃构成的所述压电体层中传播的拉夫波利用为声表面波。

12. 根据权利要求1~4中任一项所述的多工器，其中，

所述第1通带位于比所述第2通带更靠高频侧，

在所述前级滤波器部中，是(1)将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的瑞利波利用为声表面波、(2)将由LiTaO₃构成的压电体层中传播的漏波利用为声表面波、(3)将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的拉夫波利用为声表面波、(4)弹性波谐振器由SMR构成、以及(5)弹性波谐振器由FBAR构成、的任意一个，

在所述后级滤波器部中,弹性波谐振器具有声速膜层叠构造,该声速膜层叠构造由IDT电极形成于一个主面上的压电体层、传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速高速的高声速支承基板、以及被配置于所述高声速支承基板与所述压电体层之间且传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速低速的低声速膜构成。

13. 根据权利要求1~4中任一项所述的多工器,其中,
所述第1通带位于比所述第2通带更靠高频侧,

在所述前级滤波器部中,是(1)将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的瑞利波利用为声表面波;(2)将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的拉夫波利用为声表面波;(3)弹性波谐振器具有声速膜层叠构造,该声速膜层叠构造由IDT电极形成于一个主面上的压电体层、传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速高速的高声速支承基板、以及被配置于所述高声速支承基板与所述压电体层之间且传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速低速的低声速膜构成;(4)弹性波谐振器由SMR构成;以及(5)弹性波谐振器由FBAR构成、的任意一个,

在所述后级滤波器部中,将由LiTaO₃构成的压电体层中传播的漏波利用为声表面波。

14. 根据权利要求1~4中任一项所述的多工器,其中,
所述第1通带位于比所述第2通带更靠低频侧,

在所述前级滤波器部中,是(1)弹性波谐振器具有声速膜层叠构造,该声速膜层叠构造由IDT电极形成于一个主面上的压电体层、传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速高速的高声速支承基板、以及被配置于所述高声速支承基板与所述压电体层之间且传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速低速的低声速膜构成;(2)将由LiTaO₃构成的压电体层中传播的漏波利用为声表面波;(3)将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的拉夫波利用为声表面波;(4)弹性波谐振器由SMR构成;以及(5)弹性波谐振器由FBAR构成、的任意一个,

在所述后级滤波器部中,将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的瑞利波利用为声表面波。

15. 根据权利要求1~4中任一项所述的多工器,其中,
所述第1通带位于比所述第2通带更靠低频侧,

在所述前级滤波器部中,是(1)将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的瑞利波利用为声表面波;(2)弹性波谐振器具有声速膜层叠构造,该声速膜层叠构造由IDT电极形成于一个主面上的压电体层、传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速高速的高声速支承基板、以及被配置于所述高声速支承基板与所述压电体层之间且传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速低速的低声速膜构成;(3)将由LiTaO₃构成的压电体层中传播的漏波利用为声表面波;(4)弹性波谐振器由SMR构成;以及(5)弹性波谐振器由FBAR构成、的任意一个,

在所述后级滤波器部中,将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的拉夫波利用为声表面波。

16. 根据权利要求1~4中任一项所述的多工器,其中,

构成所述第1滤波器的所述2个以上的弹性波谐振器是由具有压电体层的基板和形成于该基板上的IDT电极构成的声表面波谐振器,

在所述第1滤波器中,将由LiTaO₃构成的所述压电体层中传播的漏波利用为声表面波,
在构成所述前级滤波器部的所述IDT电极、和构成所述后级滤波器部的所述IDT电极

中,膜厚或者占空比不同。

17. 根据权利要求1~4中任一项所述的多工器,其中,

构成所述第1滤波器的所述2个以上的弹性波谐振器是由具有压电体层的基板和形成于该基板上的IDT电极构成的声表面波谐振器,

在所述第1滤波器中,弹性波谐振器具有声速膜层叠构造,该声速膜层叠构造由IDT电极形成于一个主面上的所述压电体层、传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速高速的高声速支承基板、以及被配置于所述高声速支承基板与所述压电体层之间且传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速低速的低声速膜构成,

在所述前级滤波器部和所述后级滤波器部中,所述IDT电极的膜厚、所述IDT电极的占空比、以及所述低声速膜的膜厚的任意一个不同。

18. 根据权利要求1~4中任一项所述的多工器,其中,

构成所述第1滤波器的所述2个以上的弹性波谐振器是由具有压电体层的基板、形成于该基板上的IDT电极和形成于该IDT电极上的保护膜构成的声表面波谐振器,

在所述第1滤波器中,将(1)由LiNbO₃构成的所述压电体层中传播的瑞利波、或者(2)由LiNbO₃构成的所述压电体层中传播的拉夫波利用为声表面波,

在所述前级滤波器部和所述后级滤波器部中,所述IDT电极的膜厚、所述IDT电极的占空比、以及所述保护膜的膜厚的任意一个不同。

19. 根据权利要求1~4中任一项所述的多工器,其中,

构成所述第1滤波器的所述2个以上的弹性波谐振器是由具有压电体层的基板和形成于该基板上的IDT电极构成的声表面波谐振器,

在所述第1滤波器中,弹性波谐振器具有声速膜层叠构造,该声速膜层叠构造由IDT电极形成于一个主面上的所述压电体层、传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速高速的高声速支承基板、以及被配置于所述高声速支承基板与所述压电体层之间且传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速低速的低声速膜构成,

所述高声速支承基板由硅晶体构成,

在所述前级滤波器部和所述后级滤波器部中,所述压电体层的膜厚、所述低声速膜的膜厚、以及所述高声速支承基板的硅晶体方位的任意一个不同。

20. 根据权利要求1~4中任一项所述的多工器,其中,

构成所述第1滤波器的所述2个以上的弹性波谐振器是由具有压电体层的基板和形成于该基板上的IDT电极构成的声表面波谐振器,

在所述第1滤波器中,将(1)由LiTaO₃构成的所述压电体层中传播的漏波、或者(2)由LiNbO₃构成的所述压电体层中传播的拉夫波利用为声表面波,

在所述前级滤波器部和所述后级滤波器部中,所述IDT电极的膜厚不同。

21. 根据权利要求1~20中任一项所述的多工器,其中,

所述多工器还具备:

第3输入输出端子;和

第3滤波器,由被配置于所述共用端子与所述第3输入输出端子之间的2个以上的弹性波谐振器构成,且具有频率与所述第2通带不同的第3通带,

所述第3滤波器具备:

所述前级滤波器部;和

第2后级滤波器部,由所述2个以上的弹性波谐振器之中被配置于所述第3输入输出端子侧的、除所述前级滤波器部的弹性波谐振器以外的弹性波谐振器构成,

所述第1滤波器以及所述第3滤波器还具备开关,所述开关被配置于所述前级滤波器部与所述后级滤波器部以及所述第2后级滤波器部之间,对所述前级滤波器部与所述后级滤波器部的连接、以及所述前级滤波器部与所述第2后级滤波器部的连接进行切换,

以单体从所述共用端子侧观察所述前级滤波器部的情况下的所述第2通带中的反射系数比以单体从所述共用端子侧观察所述第2后级滤波器部的情况下的所述第2通带中的反射系数大。

22. 一种高频前端电路,具备:

权利要求1~21中任一项所述的多工器;和
放大电路,与所述多工器连接。

23. 一种通信装置,具备:

RF信号处理电路,对由天线元件收发的高频信号进行处理;和
权利要求22所述的高频前端电路,在所述天线元件与所述RF信号处理电路之间传递所述高频信号。

多工器、高频前端电路以及通信装置

技术领域

[0001] 本发明涉及具备弹性波滤波器的多工器、高频前端电路以及通信装置。

背景技术

[0002] 近年来的移动电话中,一个终端中要求多个频带以及多个无线方式,即要求对应所谓的多频带化以及多模式化。为了与此对应,在一个天线的正下配置对具有多个无线传输频率的高频信号进行分波的多工器(multiplexer)。该多工器为多个带通滤波器与天线共用端子并联连接的构成。

[0003] 专利文献1中公开了具有天线元件与多个声表面波滤波器在没有开关的情况下被收束的构成的声表面波分波器。由此,能够使声表面波分波器小型化。

[0004] 在先技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:JP特开2004-88143号公报

[0007] 但是,如专利文献1中公开的声表面波分波器那样,由天线端子收束多个滤波器的情况下,一个滤波器的滤波器特性较大受到其他滤波器的滤波器特性的影响。例如,在从其他滤波器的天线端子侧观察的反射损耗在一个滤波器的通带增加的情况下,该一个滤波器的通带中的插入损耗由于其他滤波器的反射特性而增加。

发明内容

[0008] 本发明为了解决上述课题而被作出,其目的在于,提供一种减少了高频信号的传播损耗的小型的多工器、高频前端电路以及通信装置。

[0009] 为了实现上述目的,本发明的一方式所涉及的多工器具有共用端子、第1输入输出端子以及第2输入输出端子,具备被所述共用端子收束的多个滤波器,所述多工器具备:第1滤波器,由被配置于所述共用端子与所述第1输入输出端子之间的2个以上的弹性波谐振器构成,且具有第1通带;和第2滤波器,连接于所述共用端子以及所述第2输入输出端子,且具有频率与所述第1通带不同的第2通带,所述第1滤波器具有:前级滤波器部,由所述2个以上的弹性波谐振器之中被配置于所述共用端子侧的1个以上的弹性波谐振器构成;和后级滤波器部,由所述2个以上的弹性波谐振器之中除所述1个以上的弹性波谐振器以外的弹性波谐振器构成,以单体从所述共用端子侧观察所述前级滤波器部的情况下的所述第2通带中的反射系数比以单体从所述共用端子侧观察所述后级滤波器部的情况下的所述第2通带中的反射系数大。

[0010] 在第1滤波器和第2滤波器被共用端子收束的构成的情况下,第2滤波器的第2通带中的插入损耗除了第2滤波器单体的插入损耗,还受到从第1滤波器的共用端子侧观察的反射特性的影响。更具体而言,从第1滤波器的共用端子侧观察的第2通带中的反射系数越大,第2滤波器的第2通带中的插入损耗越减少(称为收束损耗)。

[0011] 根据上述构成,由于构成第1滤波器的前级滤波器部的第2通带中的反射系数比后

级滤波器部的第2通带中的反射系数大,因此能够更加减少从共用端子侧观察第1滤波器的情况下的第2通带中的反射损耗。由此,由于能够减少第2滤波器的收束损耗,因此能够减少多工器整体的插入损耗。

[0012] 此外,也可以所述前级滤波器部由所述2个以上的弹性波谐振器之中最接近于所述共用端子而配置的一个弹性波谐振器构成。

[0013] 在由多个弹性波谐振器构成的滤波器中,从共用端子侧观察的反射损耗的最接近于共用端子的一个弹性波谐振器的反射损耗占优势。由此,能够有效地减少第2滤波器的收束损耗。

[0014] 此外,也可以所述第1滤波器具有梯子型的滤波器构造,所述前级滤波器部作为所述1个以上的弹性波谐振器,包含串联臂谐振器以及并联臂谐振器的至少一方。

[0015] 由此,能够确保第1滤波器的低损耗性,并且减少第2滤波器的收束损耗。

[0016] 此外,也可以所述第1滤波器具有纵耦合型的滤波器构造。

[0017] 由此,能够使第1滤波器适应于请求衰减强化等的滤波器特性。

[0018] 此外,也可以所述第1通带位于比所述第2通带更靠高频侧,构成所述前级滤波器部的所述1个以上的弹性波谐振器是由具有压电体层的基板和形成于该基板上的IDT电极构成的声表面波谐振器,在所述前级滤波器部中,将(1)由LiNbO₃构成的所述压电体层中传播的瑞利波、(2)由LiTaO₃构成的所述压电体层中传播的漏波、以及(3)由LiNbO₃构成的所述压电体层中传播的拉夫波的任意一个利用为声表面波。

[0019] 比弹性波谐振器的谐振点以及反谐振点更靠低频区域的反射损耗在将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的瑞利波、由LiTaO₃构成的压电体层中传播的漏波、以及由LiNbO₃构成的压电体层中传播的拉夫波的任意一个利用为声表面波的情况下,比利用其他弹性波的情况小。

[0020] 因此,在第1滤波器是高频侧滤波器、第2滤波器是低频侧滤波器的情况下,能够使第1滤波器的前级滤波器部的第2通带中的反射系数比后级滤波器部的第2通带中的反射系数大。由此,能够减少第2滤波器的收束损耗。

[0021] 此外,也可以在所述后级滤波器部中,弹性波谐振器由固态装配谐振器SMR (Solidly Mounted Resonator) 或者薄膜体声波谐振器FBAR (Film Bulk Acoustic Resonator) 构成。

[0022] 由此,通过前级滤波器部的构成,能够减少第1滤波器的反射损耗,通过后级滤波器的上述构成,能够确保第1滤波器的低损耗性以及通带的陡峭性。

[0023] 此外,也可以所述第1通带位于比所述第2通带更靠高频侧,构成所述前级滤波器部的所述1个以上的弹性波谐振器是由具有压电体层的基板和形成于该基板上的IDT电极构成的声表面波谐振器,在所述前级滤波器部中,弹性波谐振器具有声速膜层叠构造,其由所述IDT电极形成于一个主面上的所述压电体层、传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速高速的高声速支承基板、以及被配置于所述高声速支承基板与所述压电体层之间且传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速低速的低声速膜构成,在所述后级滤波器部中,弹性波谐振器由SMR或者FBAR构成。

[0024] 比弹性波谐振器的谐振点以及反谐振点更靠低频区域的反射系数在具有声速膜层叠构造的情况下,相比于将弹性波谐振器由SMR或者FBAR构成的情况更大。

[0025] 因此,在第1滤波器是高频侧滤波器、第2滤波器是低频侧滤波器的情况下,能够使第1滤波器的前级滤波器部的第2通带中的反射系数比后级滤波器部的第2通带中的反射系数大。由此,能够减少第2滤波器的收束损耗。此外,通过前级滤波器部的构成,能够减少第1滤波器的反射损耗,并且通过后级滤波器的上述构成,能够确保第1滤波器的低损耗性以及通带的陡峭性。

[0026] 此外,也可以所述第1通带位于比所述第2通带更靠低频侧,在所述前级滤波器部中,是(1)将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的瑞利波利用为声表面波、(2)弹性波谐振器由SMR构成、以及(3)弹性波谐振器由FBAR构成的任意一个。

[0027] 在比弹性波谐振器的谐振点以及反谐振点更靠高频区域,产生体波泄漏所导致的无用波,该无用波强度在将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的瑞利波利用为声表面波、将弹性波谐振器由SMR构成、以及将弹性波谐振器由FBAR构成的任意一个情况下能够被设为最小。

[0028] 因此,在第1滤波器是低频侧滤波器、第2滤波器是高频侧滤波器的情况下,能够使第1滤波器的前级滤波器部的第2通带中的反射系数比后级滤波器部的第2通带中的反射系数大。由此,能够减少第2滤波器的收束损耗。

[0029] 此外,也可以在所述后级滤波器部中,是(1)弹性波谐振器具有声速膜层叠构造,其由IDT电极形成于一个主面上的压电体层、传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速高速的高声速支承基板、以及被配置于所述高声速支承基板与所述压电体层之间且传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速低速的低声速膜构成;(2)将由LiTaO₃构成的压电体层中传播的漏波利用为声表面波;以及(3)将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的拉夫波利用为声表面波、的任意一个。

[0030] 由此,通过前级滤波器部的构成,能够增大第1滤波器的反射系数,并且在将后级滤波器部设为声速膜层叠构造的情况下,能够确保第1滤波器的低损耗性以及良好的温度特性,此外,在后级滤波器部中,将基于LiNbO₃的拉夫波利用为声表面波的情况下,能够确保第1滤波器的较宽的带宽。

[0031] 此外,也可以所述第1通带位于比所述第2通带更靠低频侧,构成所述前级滤波器部以及所述后级滤波器部的弹性波谐振器是由具有压电体层的基板和形成于该基板上的IDT电极构成的声表面波谐振器,在所述前级滤波器部中,弹性波谐振器具有声速膜层叠构造,其由所述IDT电极形成于一个主面上的所述压电体层、传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速高速的高声速支承基板、以及被配置于所述高声速支承基板与所述压电体层之间且传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速低速的低声速膜构成,在所述后级滤波器部中,(1)将由LiTaO₃构成的所述压电体层中传播的漏波利用为声表面波、或者(2)将由LiNbO₃构成的所述压电体层中传播的拉夫波利用为声表面波。

[0032] 在比弹性波谐振器的谐振点以及反谐振点更靠高频区域,产生体波泄漏所导致的无用波,该无用波强度在采用声速膜层叠构造的情况下,能够比将LiTaO₃的漏波利用为声表面波、或者将LiNbO₃的拉夫波利用为声表面波的情况下。

[0033] 因此,在第1滤波器是低频侧滤波器、第2滤波器是高频侧滤波器的情况下,能够使第1滤波器的前级滤波器部的第2通带中的反射系数比后级滤波器部的第2通带中的反射系数大。由此,能够减少第2滤波器的收束损耗。进一步地,在后级滤波器部中,将基于LiNbO₃

的拉夫波利用为声表面波的情况下,能够确保第1滤波器的较宽的带宽。

[0034] 此外,也可以所述第1通带位于比所述第2通带更靠低频侧,构成所述前级滤波器部以及所述后级滤波器部的弹性波谐振器是由具有压电体层的基板和形成于该基板上的IDT电极构成的声表面波谐振器,在所述前级滤波器部中,将由LiTaO₃构成的所述压电体层中传播的漏波利用为声表面波,在所述后级滤波器部中,将由LiNbO₃构成的所述压电体层中传播的拉夫波利用为声表面波。

[0035] 在比弹性波谐振器的谐振点以及反谐振点更靠高频区域,产生体波泄漏所导致的无用波,该无用波强度在将LiTaO₃的漏波利用为声表面波的情况下,能够比将LiNbO₃的拉夫波利用为声表面波的情况小。

[0036] 因此,在第1滤波器是低频侧滤波器、第2滤波器是高频侧滤波器的情况下,能够使第1滤波器的前级滤波器部的第2通带中的反射系数比后级滤波器部的第2通带中的反射系数大。由此,能够减少第2滤波器的收束损耗。进一步地,在后级滤波器部中,将基于LiNbO₃的拉夫波利用为声表面波的情况下,能够确保第1滤波器的较宽的带宽。

[0037] 此外,也可以所述第1通带位于比所述第2通带更靠高频侧,在所述前级滤波器部中,是(1)将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的瑞利波利用为声表面波、(2)将由LiTaO₃构成的压电体层中传播的漏波利用为声表面波、(3)将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的拉夫波利用为声表面波、(4)弹性波谐振器由SMR构成、以及(5)弹性波谐振器由FBAR构成的任意一个,在所述后级滤波器部中,弹性波谐振器具有声速膜层叠构造,其由IDT电极形成于一个主面上的压电体层、传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速高速的高声速支承基板、以及被配置于所述高声速支承基板与所述压电体层之间且传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速低速的低声速膜构成。

[0038] 在作为弹性波谐振器,具有声速膜层叠构造的情况下,在弹性波谐振器的谐振频率的0.76倍附近产生瑞利波的寄生。因此,通过将第1滤波器的后级滤波器部设为声速膜层叠构造、不将前级滤波器部设为声速膜层叠构造,能够增大第1滤波器的第2通带中的反射系数。

[0039] 因此,在第1滤波器是高频侧滤波器、第2滤波器是低频侧滤波器的情况下,能够减少第2滤波器的收束损耗。

[0040] 此外,也可以所述第1通带位于比所述第2通带更靠高频侧,在所述前级滤波器部中,是(1)将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的瑞利波利用为声表面波;(2)将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的拉夫波利用为声表面波;(3)弹性波谐振器具有声速膜层叠构造,其由IDT电极形成于一个主面上的压电体层、传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速高速的高声速支承基板、以及被配置于所述高声速支承基板与所述压电体层之间且传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速低速的低声速膜构成;(4)弹性波谐振器由SMR构成;以及(5)弹性波谐振器由FBAR构成、的任意一个,在所述后级滤波器部中,将由LiTaO₃构成的压电体层中传播的漏波利用为声表面波。

[0041] 在将LiTaO₃的漏波利用为弹性波的情况下,在弹性波谐振器的谐振频率的0.76倍附近产生瑞利波的寄生。因此,通过在第1滤波器的后级滤波器部中将LiTaO₃的漏波利用为弹性波、在前级滤波器部中不将LiTaO₃的漏波利用为弹性波,能够增大第1滤波器的第2通带中的反射系数。

[0042] 因此,在第1滤波器是高频侧滤波器、第2滤波器是低频侧滤波器的情况下,能够减少第2滤波器的收束损耗。

[0043] 此外,也可以所述第1通带位于比所述第2通带更靠低频侧,在所述前级滤波器部中,是(1)弹性波谐振器具有声速膜层叠构造,其由IDT电极形成于一个主面上的压电体层、传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速高速的高声速支承基板、以及被配置于所述高声速支承基板与所述压电体层之间且传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速低速的低声速膜构成;(2)将由LiTaO₃构成的压电体层中传播的漏波利用为声表面波;(3)将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的拉夫波利用为声表面波;(4)弹性波谐振器由SMR构成;以及(5)弹性波谐振器由FBAR构成、的任意一个,在所述后级滤波器部中,将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的瑞利波利用为声表面波。

[0044] 在将LiNbO₃的瑞利波利用为弹性波的情况下,在弹性波谐振器的谐振频率的1.2倍附近产生高阶模式。因此,通过在第1滤波器的后级滤波器部中将LiNbO₃的瑞利波利用为弹性波、在前级滤波器部中不将LiNbO₃的瑞利波利用为弹性波,能够增大第1滤波器的第2通带中的反射系数。

[0045] 因此,在第1滤波器是低频侧滤波器、第2滤波器是高频侧滤波器的情况下,能够减少第2滤波器的收束损耗。

[0046] 此外,也可以所述第1通带位于比所述第2通带更靠低频侧,在所述前级滤波器部中,是(1)将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的瑞利波利用为声表面波;(2)弹性波谐振器具有声速膜层叠构造,其由IDT电极形成于一个主面上的压电体层、传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速高速的高声速支承基板、以及被配置于所述高声速支承基板与所述压电体层之间且传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速低速的低声速膜构成;(3)将由LiTaO₃构成的压电体层中传播的漏波利用为声表面波;(4)弹性波谐振器由SMR构成;以及(5)弹性波谐振器由FBAR构成、的任意一个,在所述后级滤波器部中,将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的拉夫波利用为声表面波。

[0047] 在将LiNbO₃的拉夫波利用为弹性波的情况下,在弹性波谐振器的谐振频率的1.2倍附近产生高阶模式。因此,通过在第1滤波器的后级滤波器部中将LiNbO₃的拉夫波利用为弹性波、在前级滤波器部中不将LiNbO₃的拉夫波利用为弹性波,能够增大第1滤波器的第2通带中的反射系数。

[0048] 因此,在第1滤波器是低频侧滤波器、第2滤波器是高频侧滤波器的情况下,能够减少第2滤波器的收束损耗。

[0049] 此外,也可以构成所述第1滤波器的所述2个以上的弹性波谐振器是由具有压电体层的基板和形成于该基板上的IDT电极构成的声表面波谐振器,在所述第1滤波器中,将由LiTaO₃构成的所述压电体层中传播的漏波利用为声表面波,在构成所述前级滤波器部的所述IDT电极、和构成所述后级滤波器部的所述IDT电极中,膜厚或者占空比不同。

[0050] 在将LiTaO₃的漏波利用为弹性波的情况下,在弹性波谐振器的谐振频率的低频侧产生瑞利波的寄生。与此相对地,在前级滤波器部和后级滤波器部中,通过使IDT电极的膜厚或者占空比不同,能够使前级滤波器部中的瑞利波寄生的产生频率向第2通带外移动。由此,能够增大第1滤波器的第2通带中的反射系数,能够减少第2滤波器的收束损耗。

[0051] 此外,也可以构成所述第1滤波器的所述2个以上的弹性波谐振器是由具有压电体

层的基板和形成于该基板上的IDT电极构成的声表面波谐振器,在所述第1滤波器中,弹性波谐振器具有声速膜层叠构造,其由IDT电极形成于一个主面上的所述压电体层、传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速高速的高声速支承基板、以及被配置于所述高声速支承基板与所述压电体层之间且传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速低速的低声速膜构成,在所述前级滤波器部和所述后级滤波器部中,所述IDT电极的膜厚、所述IDT电极的占空比、以及所述低声速膜的膜厚的任意一个不同。

[0052] 在采用声速膜层叠构造的情况下,在弹性波谐振器的谐振频率的低频侧产生瑞利波的寄生。与此相对地,在前级滤波器部和后级滤波器部中,通过使IDT电极的膜厚或者占空比不同,能够使前级滤波器部中的瑞利波寄生的产生频率向第2通带外移动。由此,能够增大第1滤波器的第2通带中的反射系数,能够减少第2滤波器的收束损耗。

[0053] 此外,也可以构成所述第1滤波器的所述2个以上的弹性波谐振器是由具有压电体层的基板、形成于该基板上的IDT电极和形成于该IDT电极上的保护膜构成的声表面波谐振器,在所述第1滤波器中,将(1)由LiNbO₃构成的所述压电体层中传播的瑞利波、或者(2)由LiNbO₃构成的所述压电体层中传播的拉夫波利用为声表面波,在所述前级滤波器部和所述后级滤波器部中,所述IDT电极的膜厚、所述IDT电极的占空比、以及所述保护膜的膜厚的任意一个不同。

[0054] 在将LiNbO₃的瑞利波或者LiNbO₃的拉夫波利用为声表面波的情况下,在弹性波谐振器的谐振频率的高频侧产生高阶模式。与此相对地,在前级滤波器部和后级滤波器部中,通过使IDT电极的膜厚、IDT电极的占空比或者低声速膜的膜厚不同,能够使前级滤波器部中的高阶模式的产生频率向第2通带外移动。由此,能够增大第1滤波器的第2通带中的反射系数,能够减少第2滤波器的收束损耗。

[0055] 此外,也可以构成所述第1滤波器的所述2个以上的弹性波谐振器是由具有压电体层的基板和形成于该基板上的IDT电极构成的声表面波谐振器,在所述第1滤波器中,弹性波谐振器具有声速膜层叠构造,其由IDT电极形成于一个主面上的所述压电体层、传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速高速的高声速支承基板、以及被配置于所述高声速支承基板与所述压电体层之间且传播的体波声速比所述压电体层中传播的弹性波声速低速的低声速膜构成,所述高声速支承基板由硅晶体构成,在所述前级滤波器部和所述后级滤波器部中,所述压电体层的膜厚、所述低声速膜的膜厚、以及所述高声速支承基板的硅晶体方位的任意一个不同。

[0056] 在采用声速膜层叠构造的情况下,在弹性波谐振器的谐振频率的高频侧产生高阶模式。与此相对地,在前级滤波器部和后级滤波器部中,通过使压电体层的膜厚、低声速膜的膜厚或者高声速支承基板的硅晶体方位不同,能够使前级滤波器部中的高阶模式的产生频率向第2通带外移动。由此,能够增大第1滤波器的第2通带中的反射系数,能够减少第2滤波器的收束损耗。

[0057] 此外,也可以构成所述第1滤波器的所述2个以上的弹性波谐振器是由具有压电体层的基板和形成于该基板上的IDT电极构成的声表面波谐振器,在所述第1滤波器中,将(1)由LiTaO₃构成的所述压电体层中传播的漏波、或者(2)由LiNbO₃构成的所述压电体层中传播的拉夫波利用为声表面波,在所述前级滤波器部和所述后级滤波器部中,所述IDT电极的膜厚不同。

[0058] 在将LiTaO₃的漏波或者LiNbO₃的拉夫波利用为声表面波的情况下,在弹性波谐振器的谐振频率的高频侧产生体波(无用波)。与此相对地,在前级滤波器部和后级滤波器部中,通过使IDT电极的膜厚不同,能够使前级滤波器部中的体波的产生频率向第2通带外移动。由此,能够增大第1滤波器的第2通带中的反射系数,能够减少第2滤波器的收束损耗。

[0059] 此外,也可以还具备:第3输入输出端子;和第3滤波器,由被配置于所述共用端子与所述第3输入输出端子之间的2个以上的弹性波谐振器构成,且具有频率与所述第2通带不同的第3通带,所述第3滤波器具备:所述前级滤波器部;和第2后级滤波器部,由所述2个以上的弹性波谐振器之中被配置于所述第3输入输出端子侧的、除所述前级滤波器部的弹性波谐振器以外的弹性波谐振器构成,所述第1滤波器以及所述第3滤波器还具备开关,所述开关被配置于所述前级滤波器部与所述后级滤波器部以及所述第2后级滤波器部之间,对所述前级滤波器部与所述后级滤波器部的连接、以及所述前级滤波器部与所述第2后级滤波器部的连接进行切换,以单体从所述共用端子侧观察所述前级滤波器部的情况下的所述第2通带中的反射系数比以单体从所述共用端子侧观察所述第2后级滤波器部的情况下的所述第2通带中的反射系数大。

[0060] 由此,例如,即使在第1滤波器与第3滤波器的频带重复的情况下,通过切换开关,能够在不使第1滤波器以及第3滤波器的插入损耗恶化的情况下,减少第2滤波器的收束损耗。此外,由于第1滤波器以及第3滤波器共用前级滤波器部,因此能够使多工器整体小型化。

[0061] 此外,本发明的一方式所涉及的高频前端电路具备:上述所述的多工器;和与所述多工器连接的放大电路。

[0062] 由此,能够提供一种能够减少第2滤波器的收束损耗的高频前端电路。

[0063] 此外,本发明的一方式所涉及的通信装置具备:RF信号处理电路,对由天线元件收发的高频信号进行处理;和上述所述的高频前端电路,在所述天线元件与所述RF信号处理电路之间传递所述高频信号。

[0064] 由此,能够提供一种能够减少第2滤波器的收束损耗的通信装置。

[0065] 根据本发明所涉及的多工器、高频前端电路或者通信装置,能够实现小型化并且减少高频信号的传播损耗。

附图说明

[0066] 图1A是实施方式1所涉及的多工器的电路构成图。

[0067] 图1B是对实施方式1所涉及的多工器的反射特性进行说明的图。

[0068] 图2A是实施方式1的变形例1所涉及的多工器的电路构成图。

[0069] 图2B是对实施方式1的变形例1所涉及的多工器的反射特性进行说明的图。

[0070] 图3是实施方式1所涉及的低频侧滤波器的电路构成图。

[0071] 图4是对由共用端子收束2个滤波器的情况下的问题进行说明的图。

[0072] 图5是表示收束前的滤波器B的反射损耗与滤波器A的收束损耗的关系的图。

[0073] 图6A是在对构成梯子型滤波器的各谐振器附加电阻成分R的状态下测定反射损耗的电路图。

[0074] 图6B是表示附加了电阻成分R的各谐振器的位置与反射损耗的变化关系的图。

[0075] 图7是示意性地表示实施方式1所涉及的多工器的谐振器的俯视图以及剖视图的一个例子。

[0076] 图8A是对实施方式1的变形例2所涉及的多工器的低频区域1中的反射特性进行说明的图。

[0077] 图8B是表示实施方式1的变形例2所涉及的前级滤波器部以及后级滤波器部的构成的组合的图。

[0078] 图9A是对实施方式1的变形例3所涉及的多工器的高频区域1中的体波泄漏进行说明的图。

[0079] 图9B是表示实施方式1的变形例3所涉及的前级滤波器部以及后级滤波器部的构成的组合的图。

[0080] 图10A是对实施方式1的变形例4所涉及的多工器的低频区域2中的寄生的产生进行说明的图。

[0081] 图10B是表示实施方式1的变形例4所涉及的前级滤波器部以及后级滤波器部的构成的组合的图。

[0082] 图11A是对实施方式1的变形例5所涉及的多工器的高频区域2中的高阶模式的产生进行说明的图。

[0083] 图11B是表示实施方式1的变形例5所涉及的前级滤波器部以及后级滤波器部的构成的组合的图。

[0084] 图12A是表示实施方式1所涉及的低频侧滤波器的高阶模式所导致的反射损耗的劣化的图。

[0085] 图12B是表示使实施方式1的变形例6所涉及的前级滤波器部以及后级滤波器部的构造不同的参数的图。

[0086] 图12C是表示使实施方式1的变形例7所涉及的前级滤波器部以及后级滤波器部的构造不同的参数的图。

[0087] 图13是表示使实施方式1的变形例8所涉及的前级滤波器部以及后级滤波器部的构造不同的参数的图。

[0088] 图14是实施方式1的变形例9所涉及的低频侧滤波器的电路构成图。

[0089] 图15A是实施方式1的变形例10所涉及的低频侧滤波器的电路构成图。

[0090] 图15B是实施方式1的变形例11所涉及的低频侧滤波器的电路构成图。

[0091] 图15C是实施方式1的变形例12所涉及的低频侧滤波器的电路构成图。

[0092] 图15D是实施方式1的变形例13所涉及的低频侧滤波器的电路构成图。

[0093] 图15E是实施方式1的变形例14所涉及的低频侧滤波器的电路构成图。

[0094] 图16A是实施方式1的变形例15所涉及的低频侧滤波器的电路构成图。

[0095] 图16B是实施方式1的变形例16所涉及的低频侧滤波器的电路构成图。

[0096] 图17是实施方式1的变形例17所涉及的多工器的电路构成图。

[0097] 图18是实施方式2所涉及的高频前端电路以及通信装置的电路构成图。

[0098] -符号说明-

[0099] 1A、1B多工器 5天线元件 6RF信号处理电路(RFIC) 7基带信号处理电路(BBIC)

11A、11B、11L1、11L2低频侧滤波器 11F、12F前级滤波器部 11L、12H通带 11R、11R1、11R2、

12R后级滤波器部 11N最后级滤波器部 12、12A、12B高频侧滤波器 13、25开关 26低噪声放大电路 30高频前端电路 40通信装置 71、71a、71b IDT电极 72密接层 73主电极层 80基板 81高声速支承基板 82低声速膜 83压电体层 84保护膜 101共用端子 102、102A、102B、103输入输出端子 171a、171b汇流条电极 172a、172b电极指 p11、p12、p13、p51、p52、p53、p54并联臂谐振器 s11、s12、s13、s14、s51、s52、s53、s54、s55串联臂谐振器。

具体实施方式

[0100] 以下,使用实施方式以及附图来对本发明的实施方式详细进行说明。另外,以下说明的实施方式均表示包括性或者具体的例子。以下的实施方式所示的数值、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,并不是限定本发明的主旨。以下的实施方式中的构成要素之中,关于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被说明。此外,附图所示的构成要素的大小或者大小之比并不必严密。

[0101] (实施方式1)

[0102] [1.1多工器的电路构成]

[0103] 图1A是实施方式1所涉及的多工器1A的电路构成图。如该图所示,多工器1A具备:低频侧滤波器11A、高频侧滤波器12A、共用端子101、输入输出端子102以及103。多工器1A是具备由共用端子101收束的低频侧滤波器11A以及高频侧滤波器12A的复合弹性波滤波器装置。

[0104] 共用端子101例如能够与天线元件连接,输入输出端子102以及103能够经由放大电路来与高频信号处理电路连接。

[0105] 低频侧滤波器11A是被配置于共用端子101与输入输出端子102(第1输入输出端子)之间且具有第1通带的第1滤波器。低频侧滤波器11A具有前级滤波器部11F和后级滤波器部11R。

[0106] 前级滤波器部11F由2个以上的弹性波谐振器之中被配置于共用端子101侧的1个以上的弹性波谐振器构成。另一方面,后级滤波器部11R由2个以上的弹性波谐振器之中被配置于输入输出端子102侧的、除前级滤波器部11F的弹性波谐振器以外的弹性波谐振器构成。构成前级滤波器部11F以及后级滤波器部11R的弹性波谐振器的构造在图3以后详细叙述。

[0107] 高频侧滤波器12A是被配置于共用端子101与输入输出端子103(第2输入输出端子)之间且具有位于比第1通带更靠高频侧的第2通带的第2滤波器。

[0108] 图1B是对实施方式1所涉及的多工器1A的反射特性进行说明的图。在该图中,表示低频侧滤波器11A以及高频侧滤波器12A的滤波器通过特性、以及前级滤波器部11F以及后级滤波器部11R的反射特性。这里,在本实施方式所涉及的多工器1A中,以单体从共用端子101侧观察前级滤波器部11F的情况下的通带12H(第2通带)中的反射系数比以单体从共用端子101侧观察后级滤波器部11R的情况下的通带12H(第2通带)中的反射系数大。

[0109] 另外,具有前级滤波器部以及后级滤波器部的滤波器并不限定于低频侧滤波器,也可以如图2A那样,第1滤波器是高频侧滤波器。

[0110] 图2A是实施方式1的变形例1所涉及的多工器1B的电路构成图。如该图所示,多工器1B具备:低频侧滤波器11B、高频侧滤波器12B、共用端子101、输入输出端子102以及103。

多工器1B是具备由共用端子101收束的低频侧滤波器11B以及高频侧滤波器12B的复合弹性波滤波器装置。

[0111] 高频侧滤波器12B是被配置于共用端子101与输入输出端子103(第1输入输出端子)之间且具有第1通带的第1滤波器。高频侧滤波器12B具有前级滤波器部12F和后级滤波器部12R。

[0112] 前级滤波器部12F由2个以上的弹性波谐振器之中被配置于共用端子101侧的1个以上的弹性波谐振器构成。另一方面,后级滤波器部12R由2个以上的弹性波谐振器之中被配置于输入输出端子103侧且为前级滤波器部12F的弹性波谐振器以外的弹性波谐振器构成。

[0113] 低频侧滤波器11B是被配置于共用端子101与输入输出端子102(第3输入输出端子)之间且具有位于比第1通带更靠低频侧的第2通带的第2滤波器。

[0114] 图2B是对实施方式1的变形例1所涉及的多工器1B的反射特性进行说明的图。该图中,表示高频侧滤波器12B以及低频侧滤波器11B的滤波器通过特性、以及前级滤波器部12F以及后级滤波器部12R的反射特性。这里,在本变形例所涉及的多工器1B中,以单体从共用端子101侧观察前级滤波器部12F的情况下的通带11L(第2通带)中的反射系数比以单体从共用端子101侧观察后级滤波器部12R的情况下的通带11L(第2通带)中的反射系数大。

[0115] 图3是实施方式1所涉及的多工器1A具有的低频侧滤波器11A的电路构成图的一个例子。如该图所示,低频侧滤波器11A由串联臂谐振器s11、s12、s13以及s14、并联臂谐振器p11、p12、以及p13构成。串联臂谐振器s11~s14在连结共用端子101和输入输出端子102的串联臂,依次从共用端子101侧连接。此外,并联臂谐振器p11~p13与连结上述串联臂和接地端子的并联臂连接。通过串联臂谐振器s11~s14以及并联臂谐振器p11~p13的上述构成,低频侧滤波器11A构成梯子型的带通滤波器。另外,低频侧滤波器11A并不限定于梯子型的带通滤波器。通过图15A~图16B来对低频侧滤波器11A的谐振器构成进行说明。

[0116] 作为串联臂谐振器s11~s14以及并联臂谐振器p11~p13的构造,也可以是声表面波(SAW:Surface Acoustic Wave)谐振器,SMR(Solidly Mounted Resonator,固态装配谐振器)、使用了BAW(Bulk Acoustic Wave,体声波)的FBAR(Film Bulk Acoustic Resonator,薄膜体声波谐振器)。

[0117] 这里,前级滤波器部11F包含串联臂谐振器s11~s14以及并联臂谐振器p11~p13之中最接近于共用端子101的串联臂谐振器s11,后级滤波器部11R包含前级滤波器部11F的串联臂谐振器s11以外的谐振器、换句话说,包含串联臂谐振器s12~s14以及并联臂谐振器p11~p13。

[0118] 另外,在本实施方式所涉及的多工器1A以及1B中,由共用端子101收束的滤波器的数量并不限定于2个,也可以是3个以上。

[0119] [1.2多工器的收束损耗减少效果]

[0120] 图4是对通过共用端子来收束2个滤波器(滤波器A以及滤波器B)的情况下的课题进行说明的图。如图4所示,假定滤波器A(通带A)以及滤波器B(通带B)被共用端子收束的多工器。考虑这种情况下的多工器的插入损耗。

[0121] 滤波器A中的通带A的插入损耗在滤波器A本身的插入损耗的基础上,受到滤波器B的影响而恶化。另外,将滤波器B所导致的滤波器A的插入损耗的恶化部分称为收束损耗。这

里,滤波器A的收束损耗受滤波器B的通带A中的反射特性影响。

[0122] 图5是表示收束前的滤波器B的反射损耗与滤波器A的收束损耗的关系的图。图5的横轴是由共用端子收束前的滤波器B中从共用端子侧观察滤波器B的情况下的反射损耗(return loss),图5的纵轴表示被共用端子收束的情况下的滤波器A的收束损耗(通带A的插入损耗的恶化部分)。如图5所示,收束前的滤波器B的反射损耗越小,滤波器A的收束损耗越减少。换言之,收束前的滤波器B的反射系数越大,滤波器A的收束损耗越减少。

[0123] 接下来,对构成滤波器的各弹性波谐振器对反射特性的贡献度进行说明。

[0124] 图6A是在对构成梯子型滤波器的各弹性波谐振器附加了电阻成分R的状态下测定反射损耗的电路图。若对构成梯子型滤波器的串联臂谐振器s51~s55以及并联臂谐振器p51~p54的任意一个附加电阻成分R,则被附加了电阻成分R的谐振器的阻抗变高,反射损耗增加。

[0125] 图6B是表示附加了电阻成分R的谐振器的位置与反射损耗的变化关系的图。图6B的横轴表示附加了电阻成分R的谐振器的位置(图6A中的位置1~位置9),图6B的纵轴表示从Port1观察梯子型滤波器的情况下的反射损耗的变化部分。如图6B所示,越是接近于Port1(收束侧)的谐振器,反射损耗的变化部分越大,随着远离Port1(收束侧),反射损耗的变化部分变小,直到对反射损耗完全没有影响。

[0126] 换句话说,为了减少滤波器A的收束损耗,减小接近于滤波器B的收束侧的谐振器的通带A中的反射损耗(增大反射系数)很重要。另一方面,需要如上述那样提高滤波器B的反射特性,并且根据请求规格等来确保滤波器B的通过特性、衰减特性、温度特性以及带宽等滤波器特性。根据弹性波谐振器的构成,有可能无法兼得反射特性和上述滤波器特性。

[0127] 从以上的观点出发,发明人发现:在滤波器B中,设为如下构成:在对反射特性影响大的前级滤波器部,最优先增大反射系数,在对反射特性影响小的后级滤波器部,确保通过特性、衰减特性、温度特性以及带宽等滤波器特性。

[0128] 在本实施方式所涉及的多工器1A中,如图3所示,将被配置于共用端子101侧的串联臂谐振器s11设为前级滤波器部11F,将被配置于输入输出端子102侧的串联臂谐振器s12~s14以及并联臂谐振器p11~p13设为后级滤波器部11R。这里,由于使前级滤波器部11F的(高频侧滤波器12A的)第2通带中的反射系数比后级滤波器部11R的(高频侧滤波器12A的)第2通带中的反射系数大,因此能够更加减少从共用端子101侧观察低频侧滤波器11A即第1滤波器的情况下的第2通带中的反射损耗。由此,由于能够减少高频侧滤波器12A的收束损耗,因此能够减少多工器1A整体的插入损耗。

[0129] 另外,根据图6B的结果,前级滤波器部也可以由串联臂谐振器s51~s55以及并联臂谐振器p51~p54之中对反射特性影响大的串联臂谐振器s51以及并联臂谐振器p51构成。换句话说,前级滤波器部也可以包含多个弹性波谐振器之中接近于共用端子的2个弹性波谐振器。

[0130] 另一方面,从有助于仅针对影响收束损耗的必要最小限的弹性波谐振器增大反射系数、针对其他弹性波谐振器提高滤波器特性的观点出发,优选如本实施方式那样,仅将串联臂谐振器s11设为前级滤波器部11F,将其他谐振器设为后级滤波器部11R。

[0131] 以下,示例在前级滤波器部中增大反射系数、在后级滤波器部中提高通过特性、衰减特性、温度特性以及带宽等滤波器特性的具体构成的组合。

[0132] 首先,对弹性波谐振器的构造的一个例子进行说明。

[0133] [1.3弹性波谐振器构造]

[0134] 图7是示意性地表示实施方式1所涉及的多工器的谐振器的俯视图以及剖视图的一个例子。在图7中,表示本实施方式所涉及的弹性波谐振器(串联臂谐振器以及并联臂谐振器)例如是声表面波(SAW:Surface Acoustic Wave)谐振器的情况。另外,该图中,示例了表示构成图3所示的低频侧滤波器11A的多个谐振器之中串联臂谐振器s11的构造的俯视示意图以及剖视示意图。另外,图7所示的串联臂谐振器s11用于对上述多个谐振器的典型构造进行说明,构成电极的电极指的根数、长度等并不限定于此。

[0135] 低频侧滤波器11A的各谐振器由具有压电体层83的基板80、具有梳形形状的IDT(InterDigital Transducer,叉指换能器)电极71a以及71b构成。

[0136] 如图7的俯视图所示,在压电体层83上,形成相互对置的一对IDT电极71a以及71b。IDT电极71a由相互平行的多个电极指172a、连接多个电极指172a的汇流条电极171a构成。此外,IDT电极71b由相互平行的多个电极指172b、和连接多个电极指172b的汇流条电极171b构成。多个电极指172a以及172b沿着与X轴方向正交的方向形成。

[0137] 此外,由多个电极指172a以及172b、和汇流条电极171a以及171b构成的IDT电极71如图7的剖视图所示,为密接层72与主电极层73的层叠构造。

[0138] 密接层72是用于提高压电体层83与主电极层73的密接性的层,作为材料,例如使用Ti。密接层72的膜厚例如为10nm左右。

[0139] 主电极层73作为材料,例如使用含有1%的Cu的Al。主电极层73的膜厚例如为130nm左右。

[0140] 保护膜84形成为覆盖IDT电极71a以及71b。保护膜84是以从外部环境保护主电极层73、调整频率温度特性、以及提高耐湿性等为目的的层,例如是以二氧化硅为主成分的膜。保护膜84的膜厚例如为30nm左右。

[0141] 另外,构成密接层72、主电极层73以及保护膜84的材料并不限定于上述的材料。进一步地,IDT电极71也可以不是上述层叠构造。IDT电极71例如也可以由Ti、Al、Cu、Pt、Au、Ag、Pd等金属或者合金构成,此外,还可以由上述的金属或者合金所构成的多个层叠体构成。此外,也可以不形成保护膜84。

[0142] 接下来,对基板80的层叠构造进行说明。

[0143] 如图7的下段所示,基板80具备:高声速支承基板81、低声速膜82和压电体层83,具有高声速支承基板81、低声速膜82以及压电体层83按照该顺序层叠而成的构造(声速膜层叠构造)。

[0144] 压电体层83例如由42°Y切割X传播LiTaO₃压电单晶体或者压电陶瓷(在将以X轴为中心轴从Y轴旋转了42°的轴设为法线的面切断的钽酸锂单晶体或者陶瓷,即声表面波在X轴方向传播的单晶体或者陶瓷)构成。在该情况下,弹性波谐振器将漏波利用为弹性波。

[0145] 此外,压电体层83例如由128°Y切割X传播LiNbO₃压电单晶体或者压电陶瓷构成。在该情况下,弹性波谐振器将瑞利波利用为弹性波。

[0146] 此外,压电体层83例如由Y切割X传播LiNbO₃压电单晶体或者压电陶瓷构成。在该情况下,弹性波谐振器将拉夫波利用为弹性波。

[0147] 另外,压电体层83的单晶体材料、切割角、层叠构造根据滤波器的请求规格(通过

特性、衰减特性、温度特性以及带宽等滤波器特性)等而被适当地选择。

[0148] 高声速支承基板81是对低声速膜82、压电体层83以及IDT电极71进行支承的基板。高声速支承基板81还是高声速支承基板81中的体波的声速比压电体层83中传播的表面波、边界波的弹性波高速的基板,发挥作用以使得将声表面波限制于压电体层83以及低声速膜82层叠的部分,并发挥作用以使得不泄漏到高声速支承基板81下方。高声速支承基板81例如是硅衬底,厚度例如是200 μm 。另外,高声速支承基板81也可以由(1)氮化铝、氧化铝、碳化硅、氮化硅、硅、蓝宝石、钽酸锂、铌酸锂或者水晶等压电体、(2)氧化铝、氧化锆、堇青石、莫来石、滑石或者镁橄榄石等各种陶瓷、(3)氧化镁金刚石、(4)以上述各材料为主成分的材料以及(5)以上述各材料的混合物为主成分的材料中的任意一种构成。

[0149] 低声速膜82是低声速膜82中的体波的声速比压电体层83中传播的弹性波的声速低速的膜,被配置于压电体层83与高声速支承基板81之间。通过该构造和弹性波的能量本质上集中于低声速的介质的性质,声表面波能量向IDT电极外的泄漏被抑制。低声速膜82例如是以二氧化硅为主成分的膜。低声速膜82的厚度例如为500nm左右。

[0150] 根据基板80的上述声速膜层叠构造,与以单层使用压电基板的现有的构造相比,能够大幅度地提高谐振频率以及反谐振频率处的Q值。也就是说,由于能够构成Q值高的声表面波谐振器,因此使用该声表面波谐振器,能够构成插入损耗小的滤波器。

[0151] 另外,高声速支承基板81也可以具有支承基板和传播的体波的声速比压电体层83中传播的表面波、边界波的弹性波高速的高声速膜层叠而成的构造。在该情况下,支承基板能够使用蓝宝石、钽酸锂、铌酸锂、水晶等压电体、氧化铝、氧化镁、氮化硅、氮化铝、碳化硅、氧化锆、堇青石、莫来石、滑石、镁橄榄石等各种陶瓷、玻璃等电介质或者硅、氮化镓等半导体以及树脂基板等。此外,高声速膜能够使用氮化铝、氧化铝、碳化硅、氮化硅、氮氧化硅、DLC膜或者金刚石、以上述材料为主成分的介质、以上述材料的混合物为主成分的介质等各种高声速材料。

[0152] 另外,在上述说明中,表示了构成弹性波谐振器的IDT电极71形成于具有压电体层83的基板80上的例子,但形成IDT电极71的基板也可以是由压电体层83的单层构成的压电基板。该情况下的压电基板例如由LiTaO₃的压电单晶体或者LiNbO₃等其他压电单晶体构成。

[0153] 此外,形成IDT电极71的基板只要具有压电体层83,除了整体由压电体层构成,也可以使用在支承基板上层叠压电体层的构造。

[0154] 这里,对IDT电极71的设计参数进行说明。所谓声表面波谐振器的波长,由图7的中段所示的构成IDT电极71的多个电极指172a或者172b的反复周期即波长 λ 规定。此外,电极间距是波长 λ 的1/2,在将构成IDT电极71a以及71b的电极指172a以及172b的线宽设为W、将相邻的电极指172a与电极指172b之间的空间宽度设为S的情况下,被定义为(W+S)。此外,如图7的上段所示,IDT电极的交叉宽度L是指IDT电极71a的电极指172a与IDT电极71b的电极指172b的从X轴方向观察的情况下重复的电极指长度。此外,各谐振器的电极占空比是指多个电极指172a以及172b的线宽占有率,是该线宽相对于多个电极指172a以及172b的线宽与空间宽度的加法值的比例,被定义为W/(W+S)。

[0155] [1.4弹性波谐振器构造_低频区域1中的反射系数]

[0156] 以下,示例在前级滤波器部中增大反射系数、在后级滤波器部中提高通过特性、衰减特性、温度特性以及带宽等滤波器特性的具体构成的组合。

[0157] 图8A是对实施方式1的变形例2所涉及的多工器1B的低频区域1中的反射特性进行说明的图。如该图的下段所示,在弹性波谐振器的阻抗特性中,确认阻抗为极小值的谐振点、以及阻抗为极大值的反谐振点。这里,在比谐振点更靠低频侧的区域(图8A的低频区域1),根据弹性波谐振器的构造,阻抗不同,根据该阻抗的大小,存在反射特性的优劣。更具体而言,将(1)由LiNbO₃构成的压电体层中传播的瑞利波、(2)由LiTaO₃构成的压电体层中传播的漏波、以及(3)由LiNbO₃构成的压电体层中传播的拉夫波任意波利用为声表面波的构造、以及(4)上述声速膜层叠构造相比于SMR或者FBAR,低频区域1中的反射损耗更小。

[0158] 图8B是表示实施方式1的变形例2所涉及的前级滤波器部12F以及后级滤波器部12R的构成的组合的图。

[0159] 根据上述反射损耗的关系,如图8B所示,在变形例1所涉及的多工器1B的高频侧滤波器12B中,在前级滤波器部12F,也可以设为将(1)由LiNbO₃构成的压电体层中传播的瑞利波、(2)由LiTaO₃构成的压电体层中传播的漏波、以及(3)由LiNbO₃构成的压电体层中传播的拉夫波的任意一个利用为声表面波的构造。

[0160] 由此,在多工器1B中,能够使高频侧滤波器12B的前级滤波器部12F的第2通带(低频侧滤波器11B的通带)中的反射系数比后级滤波器部12R的第2通带(低频侧滤波器11B的通带)中的反射系数大。由此,能够减少低频侧滤波器11B的收束损耗。

[0161] 另一方面,在后级滤波器部12R中,弹性波谐振器也可以由SMR或者FBAR构成。

[0162] 由此,通过前级滤波器部12F的构成,能够增大高频侧滤波器12B的反射系数,并且通过后级滤波器部12R的上述构成,能够确保高频侧滤波器12B的低损耗性以及通带的陡峭性。

[0163] 此外,如图8B所示,也可以构成前级滤波器部12F的弹性波谐振器分别具有上述的声速膜层叠构造,在后级滤波器部12R中,弹性波谐振器由SMR或者FBAR构成。

[0164] 由此,在多工器1B中,能够使高频侧滤波器12B的前级滤波器部12F的第2通带(低频侧滤波器11B的通带)中的反射系数比后级滤波器部12R的第2通带(低频侧滤波器11B的通带)中的反射系数大。因此,能够减少低频侧滤波器11B的收束损耗。通过前级滤波器部12F的构成,能够增大高频侧滤波器12B的反射系数,并且通过后级滤波器部12R的上述构成,能够确保高频侧滤波器12B的低损耗性以及通带的陡峭性。

[0165] [1.5弹性波谐振器构造_高频区域1中的体波泄漏]

[0166] 图9A是对实施方式1的变形例3所涉及的多工器1A的高频区域1中的体波泄漏进行说明的图。如该图的下段所示,在比弹性波谐振器的反谐振点更靠高频侧的区域(图9A的高频区域1),产生基于体波泄漏(无用波)的阻抗的变化,根据该阻抗的变化,存在反射特性的优劣。更具体而言,高频区域1中的体波泄漏所导致的反射损耗从小到大依次为(1)将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的瑞利波利用为弹性波的构造、SMR、FBAR、(2)声速膜层叠构造、(3)将由LiTaO₃构成的压电体层中传播的漏波利用为弹性波的构造、(4)将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的拉夫波利用为弹性波的构造。

[0167] 图9B是表示实施方式1的变形例3所涉及的前级滤波器部11F以及后级滤波器部11R的构成的组合的图。

[0168] 根据上述反射损耗的优劣顺序,如图9B所示,在多工器1A的低频侧滤波器11A中,在前级滤波器部11F,也可以是(1)将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的瑞利波利用为声表

面波的构造、(2)弹性波谐振器由SMR构成、以及(3)弹性波谐振器由FBAR构成的任意构造。

[0169] 由此,在多工器1A中,能够使低频侧滤波器11A的前级滤波器部11F的第2通带(高频侧滤波器12A的通带)中的反射系数比后级滤波器部11R的第2通带(高频侧滤波器12A的通带)中的反射系数大。因此,能够减少高频侧滤波器12A的收束损耗。

[0170] 另一方面,后级滤波器部11R也可以具有(1)上述声速膜层叠构造、(2)将由LiTaO₃构成的压电体层中传播的漏波利用为声表面波的构造、以及(3)将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的拉夫波利用为声表面波的构造的任意构造。

[0171] 由此,通过前级滤波器部11F的构成,能够增大低频侧滤波器11A的反射系数,并且在将后级滤波器部11R设为声速膜层叠构造的情况下,能够确保低频侧滤波器11A的低损耗性以及良好的温度特性。此外,在后级滤波器部11R中,将基于LiNbO₃的拉夫波利用为声表面波的情况下,能够确保低频侧滤波器11A的较宽的带宽。

[0172] 此外,也可以在前级滤波器部11F中,弹性波谐振器具有上述声速膜层叠构造,在后级滤波器部11R中,具有(1)将由LiTaO₃构成的压电体层中传播的漏波利用为声表面波的构造、或者(2)将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的拉夫波利用为声表面波的构造。

[0173] 由此,在多工器1A中,能够使低频侧滤波器11A的前级滤波器部11F的第2通带(高频侧滤波器12A的通带)中的反射系数比后级滤波器部11R的第2通带(高频侧滤波器12A的通带)中的反射系数大。因此,能够减少高频侧滤波器12A的收束损耗。进一步地,在后级滤波器部11R中,在将基于LiNbO₃的拉夫波利用为声表面波的情况下,能够确保低频侧滤波器11A的较宽的带宽。

[0174] 此外,也可以在前级滤波器部11F中,具有将由LiTaO₃构成的压电体层中传播的漏波利用为声表面波的构造,在后级滤波器部11R中,具有将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的拉夫波利用为声表面波的构造。

[0175] 因此,在多工器1A中,能够是低频侧滤波器11A的前级滤波器部11F的第2通带(高频侧滤波器12A的通带)中的反射系数比后级滤波器部11R的第2通带(高频侧滤波器12A的通带)中的反射系数大。由此,能够减少高频侧滤波器12A的收束损耗。进一步地,在后级滤波器部11R中将基于LiNbO₃的拉夫波利用为声表面波的情况下,能够确保低频侧滤波器11A的较宽的带宽。

[0176] [1.6弹性波谐振器构造_低频区域2中的寄生]

[0177] 图10A是对实施方式1的变形例4所涉及的多工器1B的低频区域2中的寄生的产生进行说明的图。如该图的下段所示,在比弹性波谐振器的谐振点更靠低频侧的区域(图10A的低频区域2),特别地,在上述声速膜层叠构造、或者将由LiTaO₃构成的压电体层中传播的漏波利用为弹性波的构造中,在谐振频率的0.76倍附近产生瑞利波的寄生。由于该寄生产生,阻抗变化,根据该阻抗的变化,反射系数变小。

[0178] 图10B是表示实施方式1的变形例4所涉及的前级滤波器部12F以及后级滤波器部12R的构成的组合的图。

[0179] 如图10B所示,在多工器1B的高频侧滤波器12B中,也可以前级滤波器部12F是(1)将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的瑞利波利用为声表面波的构造、(2)将由LiTaO₃构成的压电体层中传播的漏波利用为声表面波的构造、(3)将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的拉夫波利用为声表面波的构造、(4)弹性波谐振器由SMR构成、以及(5)弹性波谐振器由FBAR

构成的任意一个, 后级滤波器部12R的弹性波谐振器具有上述声速膜层叠构造。

[0180] 换句话说, 通过将高频侧滤波器12B的后级滤波器部12R设为声速膜层叠构造, 将前级滤波器部12F不设为声速膜层叠构造, 能够增大高频侧滤波器12B的第2通带(低频侧滤波器11B的通带)中的反射系数。因此, 在多工器1B的情况下, 能够减少低频侧滤波器11B的收束损耗。

[0181] 此外, 如图10B所示, 在多工器1B的高频侧滤波器12B中, 前级滤波器部12F也可以是(1) 将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的瑞利波利用为声表面波的构造、(2) 将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的拉夫波利用为声表面波的构造、(3) 上述声速膜层叠构造、(4) 弹性波谐振器由SMR构成、以及(5) 弹性波谐振器由FBAR构成的任意一个, 后级滤波器部12R具有将由LiTaO₃构成的压电体层中传播的漏波利用为声表面波的构造。

[0182] 换句话说, 通过在高频侧滤波器12B的后级滤波器部12R中, 将LiTaO₃的漏波利用为弹性波, 在前级滤波器部12F中, 不将LiTaO₃的漏波利用为弹性波, 从而能够增大高频侧滤波器12B的第2通带(低频侧滤波器11B的通带)中的反射系数。因此, 在多工器1B的情况下, 能够减少低频侧滤波器11B的收束损耗。

[0183] [1.7弹性波谐振器构造_高频区域2中的高阶模式]

[0184] 图11A是对实施方式1的变形例5所涉及的多工器1A的高频区域2中的高阶模式的产生进行说明的图。如该图的下段所示, 在比弹性波谐振器的谐振点更靠高频侧的区域(图11A的高频区域2), 特别地, 在将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的瑞利波利用为声表面波的构造、或者将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的拉夫波利用为声表面波的构造中, 在谐振频率的1.2倍附近产生高阶模式。通过该高阶模式产生, 阻抗变化, 根据该阻抗的变化, 反射损耗变大。

[0185] 图11B是表示实施方式1的变形例5所涉及的前级滤波器部11F以及后级滤波器部11R的构成的组合的图。

[0186] 如图11B所示, 在多工器1A的低频侧滤波器11A中, 也可以前级滤波器部11F具有(1) 上述声速膜层叠构造、(2) 将由LiTaO₃构成的压电体层中传播的漏波利用为声表面波的构造、(3) 将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的拉夫波利用为声表面波的构造、(4) SMR、以及(5) FBAR的任意一个, 后级滤波器部11R具有将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的瑞利波利用为声表面波的构造。

[0187] 换句话说, 通过在低频侧滤波器11A的后级滤波器部11R中, 将LiNbO₃的瑞利波利用为弹性波, 在前级滤波器部11F中, 不将LiNbO₃的瑞利波利用为弹性波, 从而能够增大低频侧滤波器11A的第2通带(高频侧滤波器12A的通带)中的反射系数。因此, 在多工器1A中, 能够减少高频侧滤波器12A的收束损耗。

[0188] 此外, 如图11B所示, 在多工器1A的低频侧滤波器11A中, 也可以前级滤波器部11F具有(1) 将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的瑞利波利用为声表面波的构造、(2) 上述声速膜层叠构造、(3) 将由LiTaO₃构成的压电体层中传播的漏波利用为声表面波的构造、(4) SMR、以及(5) FBAR的任意一个, 在后级滤波器部11R中, 具有将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的拉夫波利用为声表面波的构造。

[0189] 换句话说, 通过在低频侧滤波器11A的后级滤波器部11R中, 将LiNbO₃的拉夫波利用为弹性波, 在前级滤波器部11F中, 不将LiNbO₃的拉夫波利用为弹性波, 从而能够增大低

频侧滤波器11A的第2通带(高频侧滤波器12A的通带)中的反射系数。因此,在多工器1A中,能够减少高频侧滤波器12A的收束损耗。

[0190] [1.8弹性波谐振器构造参数的调整]

[0191] 图12A是表示实施方式1所涉及的多工器1A中的低频侧滤波器11A的高阶模式所导致的反射损耗的劣化的图。如该图所示,从共用端子101 (Port1) 观察的低频侧滤波器11A的反射损耗在谐振点的高频区域侧,由于高阶模式而增大(图12A的虚线区域)。这里,能够通过改变弹性波谐振器的构造参数,使由于高阶模式而反射损耗增大的频率向高频侧或者低频侧移动。或者,能够通过改变弹性波谐振器的构造参数,来抑制由于高阶模式所导致的反射损耗的增大(反射系数的减少)。

[0192] 从该观点出发,发明人发现了:在滤波器B中,在对反射特性影响大的前级滤波器部,通过改变构造参数来使高阶模式、寄生等的产生频率向滤波器A的通带外移动,在对反射特性影响小的后级滤波器部,为了确保通过特性、衰减特性、温度特性以及带宽等滤波器特性而使构造参数最佳化。

[0193] 图12B是表示使实施方式1的变形例6所涉及的多工器1B的前级滤波器部12F以及后级滤波器部12R的构造不同的参数的图。

[0194] 构成高频侧滤波器12B的弹性波谐振器分别是由具有压电体层83的基板80和形成于该基板上的IDT电极71构成的声表面波谐振器。在高频侧滤波器12B,如图12B所示,将由LiTaO₃构成的压电体层中传播的漏波利用为声表面波,在构成前级滤波器部12F的IDT电极71和构成后级滤波器部12R的IDT电极71,电极膜厚或者占空比不同。

[0195] 在将LiTaO₃的漏波利用为弹性波的情况下,在弹性波谐振器的谐振频率的低频侧产生瑞利波的寄生。与此相对地,通过在前级滤波器部12F和后级滤波器部12R,使IDT电极71的电极膜厚或者占空比不同,能够使前级滤波器部12F中的瑞利波寄生的产生频率向第2通带(低频侧滤波器11B的通带)外移动。由此,能够增大高频侧滤波器12B的第2通带(低频侧滤波器11B的通带)中的反射系数,能够减少低频侧滤波器11B的收束损耗。

[0196] 此外,也可以在高频侧滤波器12B中,如图12B所示,弹性波谐振器具有上述声速膜层叠构造,在前级滤波器部12F和后级滤波器部12R,IDT电极71的电极膜厚、IDT电极71的占空比、以及低声速膜82的膜厚的任意一个不同。

[0197] 在采用声速膜层叠构造的情况下,在弹性波谐振器的谐振频率的低频侧产生瑞利波的寄生。与此相对地,通过在前级滤波器部12F和后级滤波器部12R,使IDT电极71的电极膜厚或者占空比不同,能够使前级滤波器部12F中的瑞利波寄生的产生频率向第2通带(低频侧滤波器11B的通带)外移动。由此,能够增大高频侧滤波器12B的第2通带(低频侧滤波器11B的通带)中的反射系数,能够减少低频侧滤波器11B的收束损耗。

[0198] 图12C是表示使实施方式1的变形例7所涉及的多工器1A的前级滤波器部11F以及后级滤波器部11R的构造不同的参数的图。

[0199] 构成低频侧滤波器11A的弹性波谐振器分别是由具有压电体层83的基板80、形成于该基板上的IDT电极71和形成于该IDT电极71上的保护膜84构成的声表面波谐振器。在低频侧滤波器11A,如图12C所示,将由LiNbO₃构成的压电体层中传播的瑞利波、或者由LiNbO₃构成的压电体层中传播的拉夫波利用为声表面波,在前级滤波器部11F和后级滤波器部11R,IDT电极71的电极膜厚、IDT电极71的占空比、以及保护膜84的膜厚任意一个不同。

[0200] 在将 LiNbO_3 的瑞利波或者 LiNbO_3 的拉夫波利用为声表面波的情况下,在弹性波谐振器的谐振频率的高频侧产生高阶模式。与此相对地,通过在前级滤波器部11F和后级滤波器部11R,使IDT电极71的电极膜厚、IDT电极71的占空比、或者低声速膜82的膜厚不同,能够使前级滤波器部11F中的高阶模式的产生频率向第2通带(高频侧滤波器12A的通带)外移动。由此,能够增大低频侧滤波器11A的第2通带(高频侧滤波器12A的通带)中的反射系数,能够减少高频侧滤波器12A的收束损耗。

[0201] 此外,也可以在低频侧滤波器11A,如图12C所示,弹性波谐振器具有上述声速膜层叠构造,高声速支承基板81由硅晶体构成,在前级滤波器部11F和后级滤波器部11R,压电体层83的膜厚、低声速膜82的膜厚、以及高声速支承基板81的硅晶体方位的任意一个不同。

[0202] 在采用声速膜层叠构造的情况下,在弹性波谐振器的谐振频率的高频侧产生高阶模式。与此相对地,在前级滤波器部11F和后级滤波器部11R,通过使压电体层83的膜厚、低声速膜82的膜厚、或者高声速支承基板81的硅晶体方位不同,能够使前级滤波器部11F中的高阶模式的产生频率向第2通带(高频侧滤波器12A的通带)外移动。由此,能够增大低频侧滤波器11A的第2通带(高频侧滤波器12A的通带)中的反射系数,能够减少高频侧滤波器12A的收束损耗。

[0203] 图13是表示使实施方式1的变形例8所涉及的多工器1A的前级滤波器部11F以及后级滤波器部11R的构造不同的参数的图。

[0204] 构成低频侧滤波器11A的弹性波谐振器分别是由具有压电体层83的基板80和形成于该基板上的IDT电极71构成的声表面波谐振器。在低频侧滤波器11A中,将由 LiTaO_3 构成的压电体层中传播的漏波、或者由 LiNbO_3 构成的压电体层中传播的拉夫波利用为声表面波,在前级滤波器部11F和后级滤波器部11R,IDT电极71的电极膜厚不同。

[0205] 在将 LiTaO_3 的漏波或者 LiNbO_3 的拉夫波利用为声表面波的情况下,在弹性波谐振器的谐振频率的高频侧产生体波(无用波)。与此相对地,通过在前级滤波器部11F和后级滤波器部11R,使IDT电极71的电极膜厚不同,能够使前级滤波器部11F中的体波的产生频率向第2通带(高频侧滤波器12A的通带)外移动。由此,能够增大低频侧滤波器11A的第2通带(高频侧滤波器12A的通带)中的反射系数,能够减少高频侧滤波器12A的收束损耗。

[0206] [1.9多工器的电路构成的变形例]

[0207] 图14是实施方式1的变形例9所涉及的低频侧滤波器11A的电路构成图。该图所示的低频侧滤波器的电路构成与实施方式1所涉及的低频侧滤波器的电路构成相同,但除了前级滤波器部11F以及后级滤波器部11R以外,还定义了最后级滤波器部11N。

[0208] 这里,前级滤波器部11F包含串联臂谐振器 $s_{11} \sim s_{14}$ 以及并联臂谐振器 $p_{11} \sim p_{13}$ 之中最接近于共用端子101的串联臂谐振器 s_{11} ,后级滤波器部11R包含串联臂谐振器 s_{12} 以及 s_{13} 还有并联臂谐振器 p_{11} 以及 p_{12} ,最后级滤波器部11N包含串联臂谐振器 s_{14} 以及并联臂谐振器 p_{13} 。在该情况下,以单体从共用端子101侧观察前级滤波器部11F的情况下的通带12H(第2通带)中的反射系数比以单体从共用端子101侧观察后级滤波器部11R的情况下的通带12H(第2通带)中的反射系数大。与此相对地,由于最后级滤波器部11N的反射损耗对以单体从共用端子101侧观察低频侧滤波器11A的情况下的反射损耗几乎没有影响,因此可以任意。

[0209] 此外,多工器1A中的低频侧滤波器11A以及多工器1B中的高频侧滤波器12B也可以

具有梯子型的滤波器构造。由此,能够确保低频侧滤波器11A以及高频侧滤波器12B的低损耗性,并且减少高频侧滤波器12A以及低频侧滤波器11B的收束损耗。在该情况下,前级滤波器部包含串联臂谐振器以及并联臂谐振器的至少一个即可。

[0210] 图15A是实施方式1的变形例10所涉及的低频侧滤波器11A的电路构成图。此外,图15B是实施方式1的变形例11所涉及的低频侧滤波器11A的电路构成图。如图15A所示,低频侧滤波器11A至少具有一个串联臂谐振器以及一个并联臂谐振器即可。在图15A的构成中,前级滤波器部11F是串联臂谐振器,后级滤波器部11R是并联臂谐振器。此外,在图15B的构成中,前级滤波器部11F是一个串联臂谐振器,后级滤波器部11R具有2个串联臂谐振器以及2个并联臂谐振器。

[0211] 图15C~图15E是实施方式1的变形例12~14所涉及的低频侧滤波器11A的电路构成图。如图15C~图15E所示,低频侧滤波器11A也可以具有纵耦合型的滤波器构造。由此,能够使低频侧滤波器11A以及高频侧滤波器12B适应于要求衰减强化等的滤波器特性。

[0212] 图16A是实施方式1的变形例15所涉及的低频侧滤波器11A的电路构成图,图16B是实施方式1的变形例16所涉及的低频侧滤波器11A的电路构成图。如图16A以及图16B所示,最接近于共用端子101的弹性波谐振器可以是串联臂谐振器,此外,也可以是并联臂谐振器。

[0213] 图17是实施方式1的变形例17所涉及的多工器的电路构成图。该图所示的多工器与实施方式1所涉及的多工器1A相比,在取代低频侧滤波器11A而配置2个低频侧滤波器11L1以及11L2这方面不同。以下,针对变形例17所涉及的多工器,以与实施方式1所涉及的多工器1A不同的方面为中心来进行说明。

[0214] 本变形例所涉及的多工器具备:共用端子101、输入输出端子102A(第1输入输出端子)、102B(第3输入输出端子)以及103(第2输入输出端子)、被配置于共用端子101与输入输出端子102A之间的低频侧滤波器11L1、被配置于共用端子101与输入输出端子102B之间且具有频率与低频侧滤波器11L1的通带不同的第3通带的低频侧滤波器11L2(第3滤波器)、和被配置于共用端子101与输入输出端子103之间的高低频侧滤波器12。

[0215] 低频侧滤波器11L2具备:前级滤波器部11F、和2个以上的弹性波谐振器之中被配置于输入输出端子102B侧的、由前级滤波器部11F的弹性波谐振器以外的弹性波谐振器构成的第2后级滤波器部11R2。

[0216] 低频侧滤波器11L1以及低频侧滤波器11L2还具备开关13,该开关13被配置于前级滤波器部11F与后级滤波器部11R1以及第2后级滤波器部11R2之间,对前级滤波器部11F与后级滤波器部11R1的连接、以及前级滤波器部11F与第2后级滤波器部11R2的连接进行切换。这里,以单体从共用端子101侧观察前级滤波器部11F的情况下的高低频侧滤波器12的通带中的反射系数比以单体从共用端子101侧观察第2后级滤波器部11R2的情况下的高低频侧滤波器12的通带中的反射系数大。

[0217] 由此,即使在例如低频侧滤波器11L1与低频侧滤波器11L2的频带重复的情况下,通过切换开关13,能够在不使低频侧滤波器11L1以及11L2的插入损耗恶化的情况下,减少高低频侧滤波器12的收束损耗。此外,由于低频侧滤波器11L1以及11L2共用前级滤波器部11F,因此能够使多工器整体小型化。

[0218] (实施方式2)

[0219] 上述实施方式1以及其变形例所涉及的多工器也能够应用于高频前端电路、还有具备该高频前端电路的通信装置。因此,在本实施方式中,对这种高频前端电路以及通信装置进行说明。

[0220] 图18是实施方式2所涉及的高频前端电路30以及通信装置40的电路构成图。另外,该图中,也一并图示与通信装置40连接的天线元件5。高频前端电路30、RF信号处理电路(RFIC)6和基带信号处理电路(BBIC)7构成通信装置40。

[0221] 高频前端电路30具备:多工器1A、开关25和低噪声放大电路26。

[0222] 多工器1A例如是实施方式1所涉及的多工器1A。

[0223] 开关25是具有分别连接于多工器1A的输入输出端子102以及103的2个选择端子、以及连接于低噪声放大电路26的共用端子的开关电路。开关25根据来自控制部(未图示)的控制信号,将共用端子与规定的频带所对应的信号路径连接,例如由SPDT(Single Pole Double Throw,单刀双掷)型的开关构成。另外,连接于共用端子的选择端子并不局限于一个,也可以是多个。换句话说,高频前端电路30也可以对应载波聚合。

[0224] 低噪声放大电路26是对经由天线元件5、多工器1A以及开关25的高频信号(这里为高频接收信号)进行放大并输出到RF信号处理电路6的接收放大电路。

[0225] RF信号处理电路6通过向下变换等来对从天线元件5经由接收信号路径而输入的高频接收信号进行信号处理,将该信号处理而生成的接收信号输出到基带信号处理电路7。RF信号处理电路6例如是RFIC。

[0226] 被基带信号处理电路7处理的信号例如被用于作为图像信号来进行图像显示、或者作为声音信号来进行通话。

[0227] 另外,高频前端电路30也可以在上述的各构成要素之间具备其他电路元件。

[0228] 根据以上那样构成的高频前端电路30以及通信装置40,通过具备实施方式1或者其变形例所涉及的多工器,能够减少高频信号的传播损耗,能够实现小型化以及低成本化。

[0229] 另外,高频前端电路30也可以取代实施方式1所涉及的多工器1A,而具备能够进行发送以及接收双方的三工器或者四工器。

[0230] 此外,通信装置40也可以根据高频信号的处理方式,不具备基带信号处理电路(BBIC)7。

[0231] (其他变形例等)

[0232] 以上,针对本发明的实施方式所涉及的多工器、高频前端电路以及通信装置,举例实施方式以及其变形例来进行了说明,但将上述实施方式以及变形例中的任意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实施本领域的技术人员想到的各种变形而得到的变形例、内置有本发明所涉及的高频前端电路以及通信装置的各种设备也包含于本发明。

[0233] 例如,在上述说明中,作为多工器,以2个接收信号路径被共用端子收束的2分波/合波电路为例进行了说明,但本发明也能够应用于例如包含发送路径以及接收路径的双方的电路、3个以上的信号路径被共用端子收束的分波/合波电路。

[0234] 此外,在多工器具有的各滤波器中,也可以进一步在输入输出端子以及接地端子等各端子之间连接电感器、电容器,还可以附加电阻元件等电感器以及电容器以外的电路元件。

[0235] -产业上的可利用性-

[0236] 本发明作为能够应用于多频带化以及多模式化的频率规格的低损耗、小型以及低成本的多工器、高频前端电路以及通信装置,能够广泛利用于移动电话等通信设备。

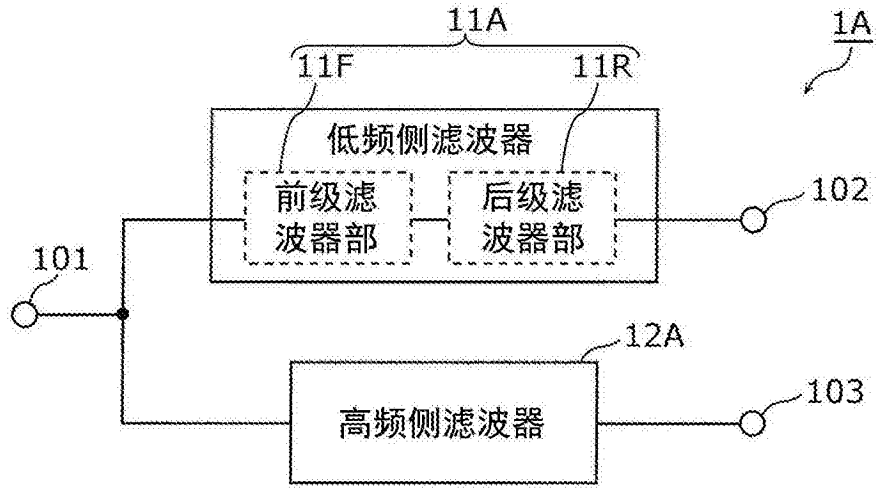


图1A

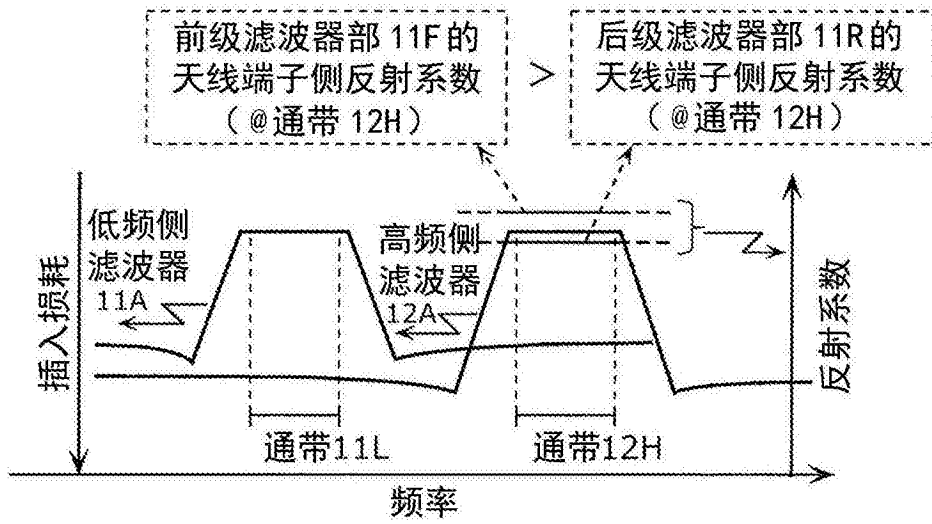


图1B

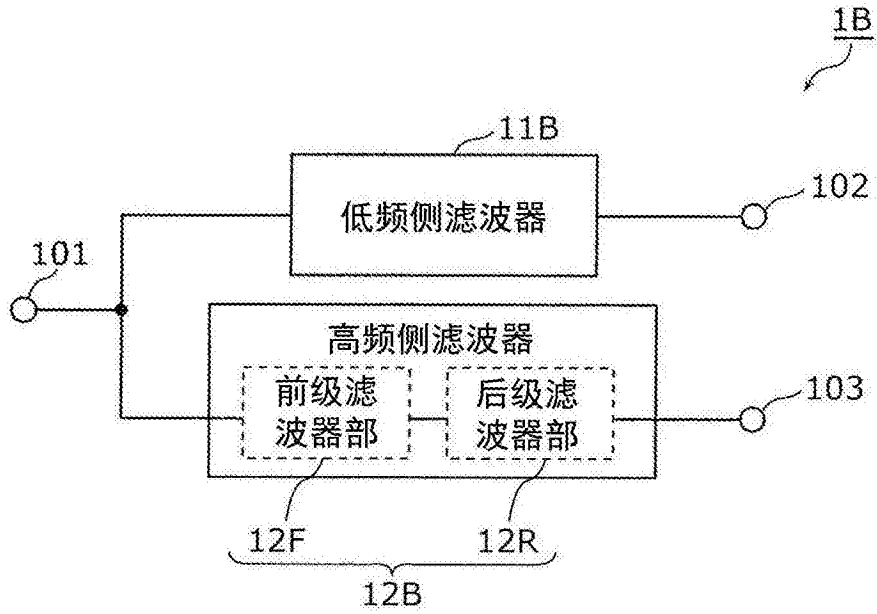


图2A

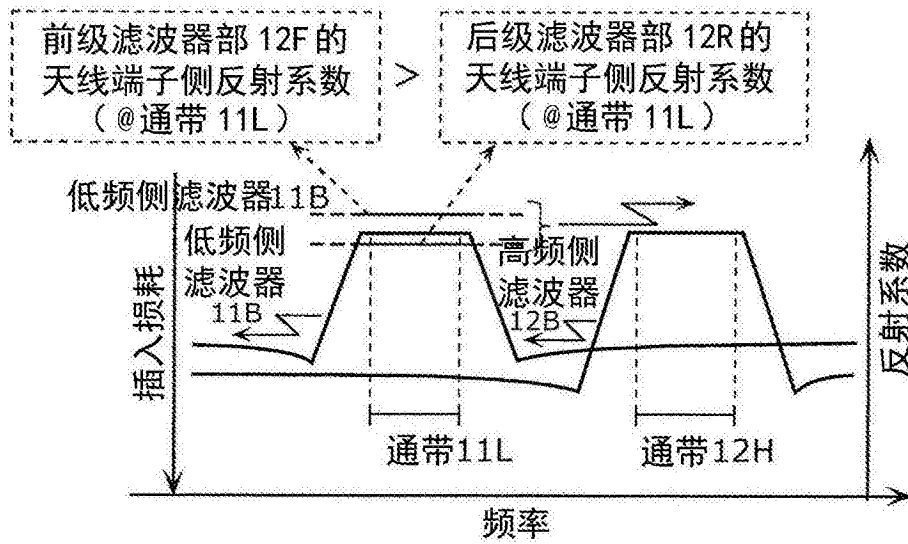


图2B

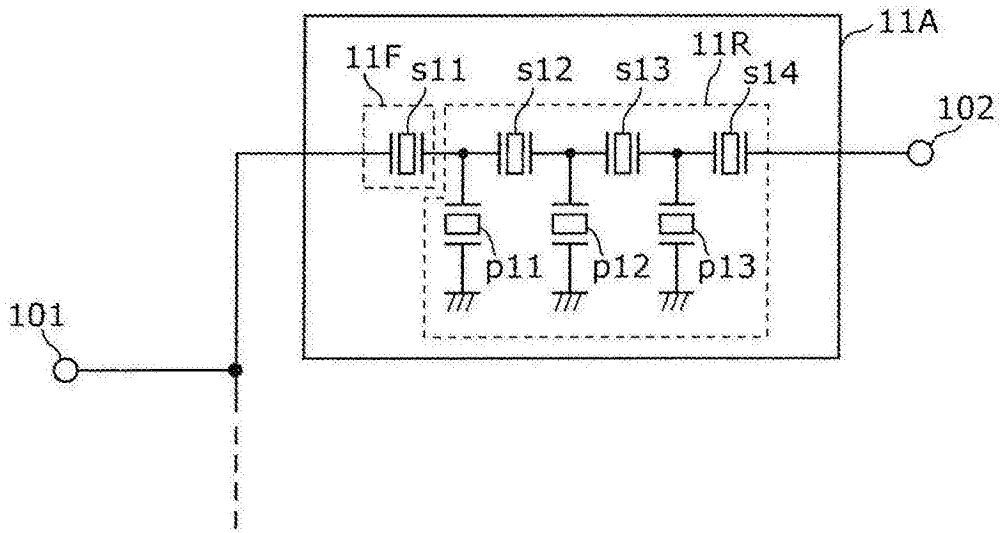


图3

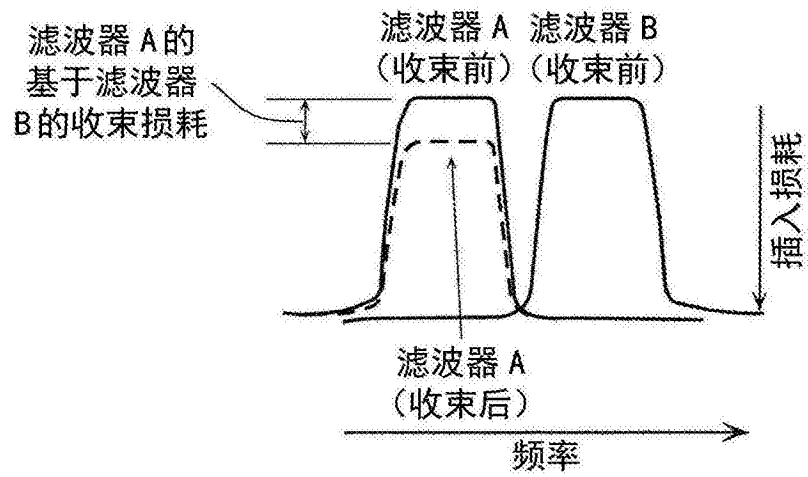
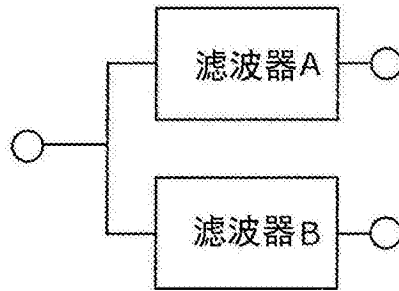


图4

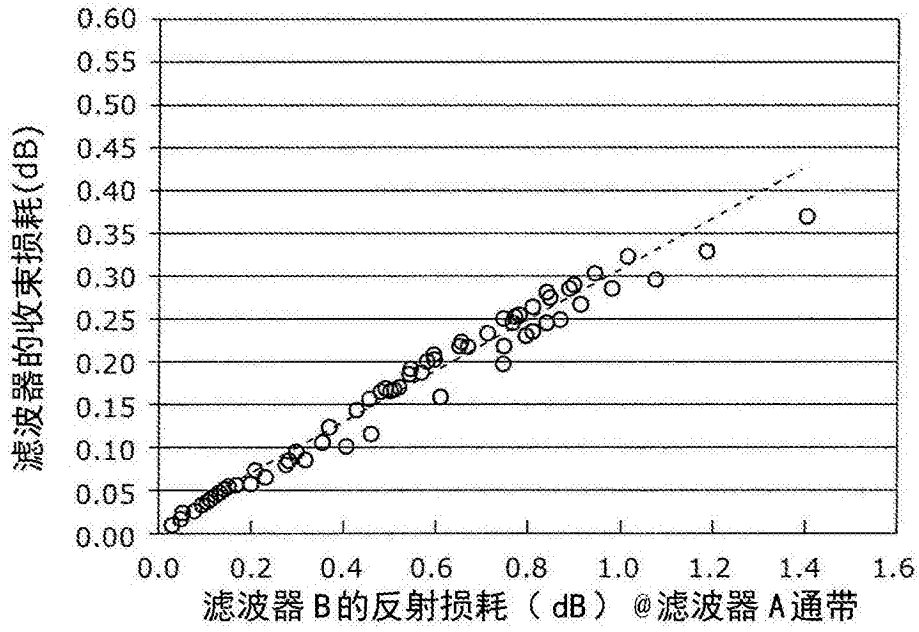


图5

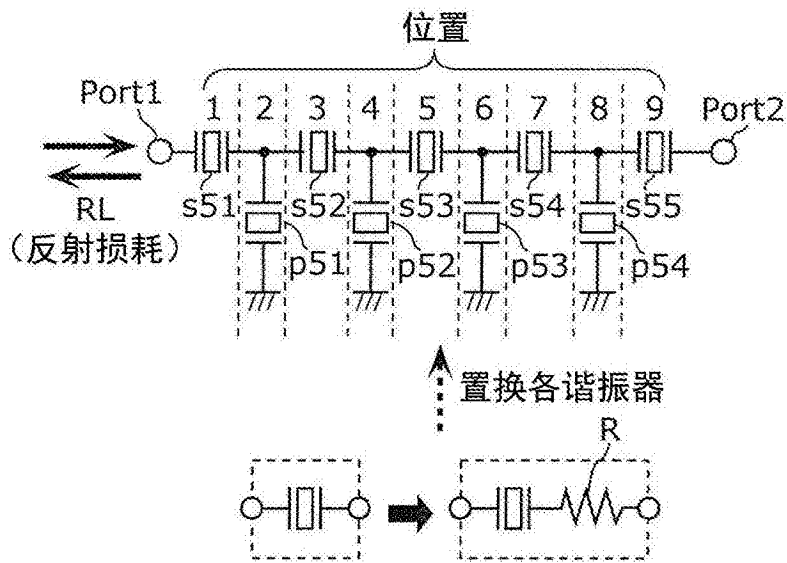


图6A

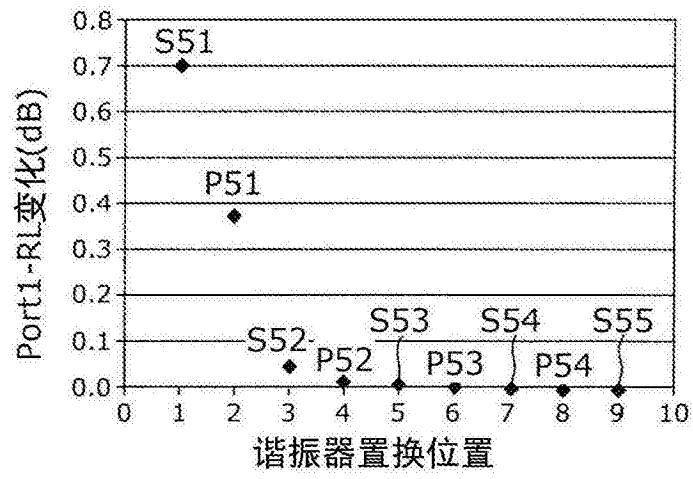


图6B

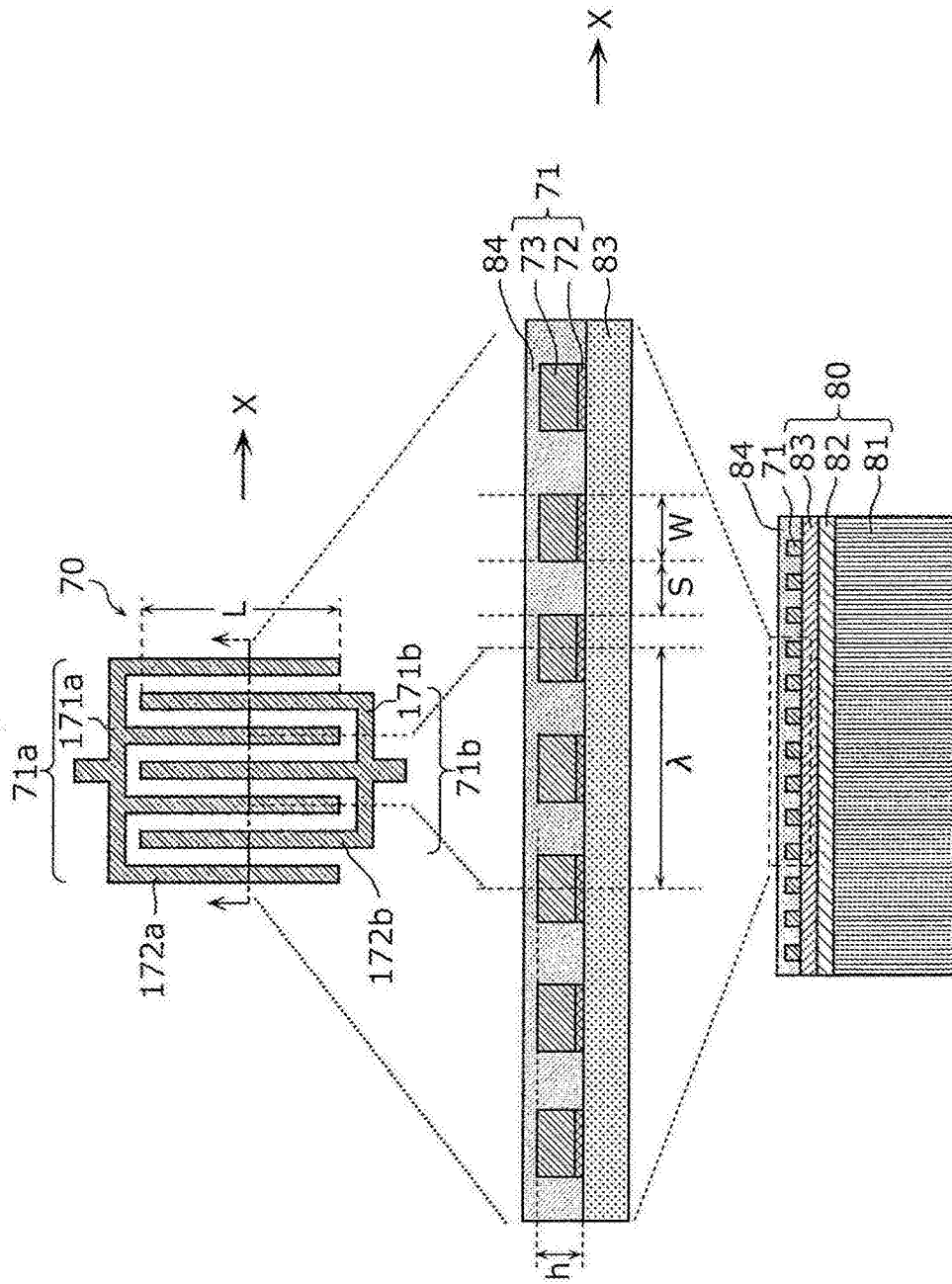


图7

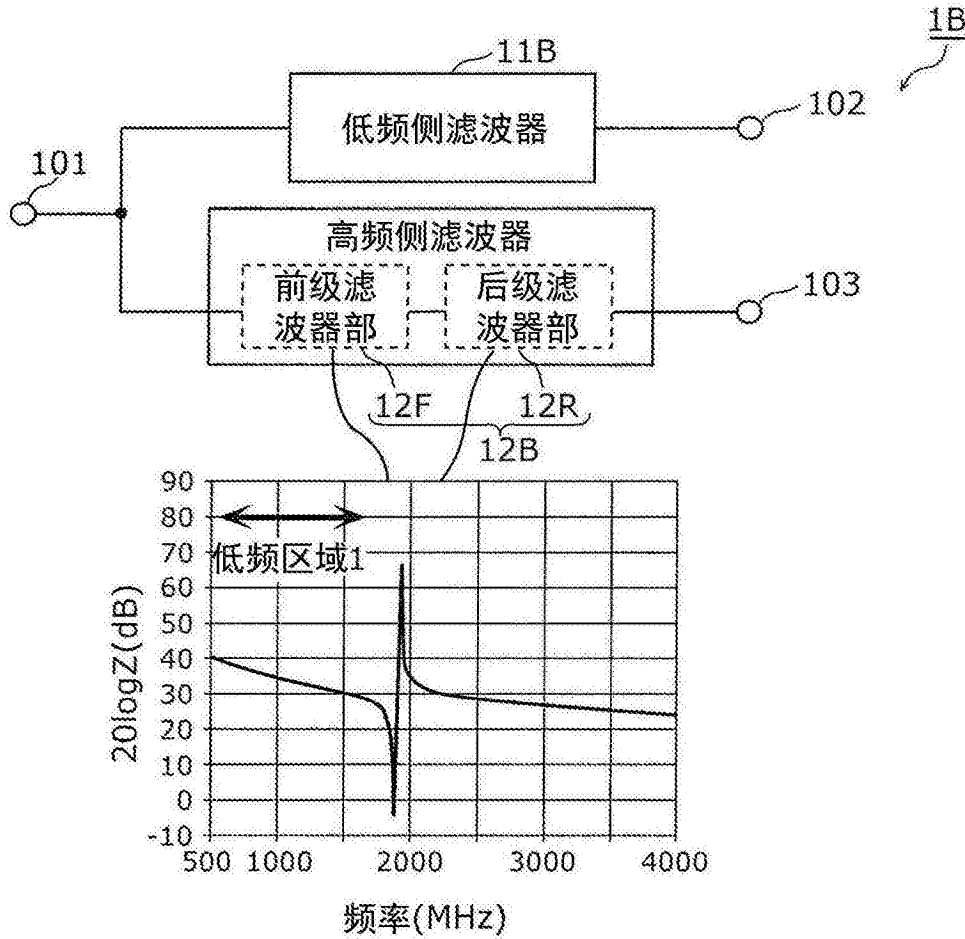


图8A

前级滤波器部 12F	后级滤波器部 12R
利用 LN 瑞利波	SMR
	FBAR
利用 LT 漏波	SMR
	FBAR
利用 LN 拉夫波	SMR
	FBAR
声速膜层叠构造	SMR
	FBAR

低频区域 1 的 RL < 低频区域 1 的 RL

图8B

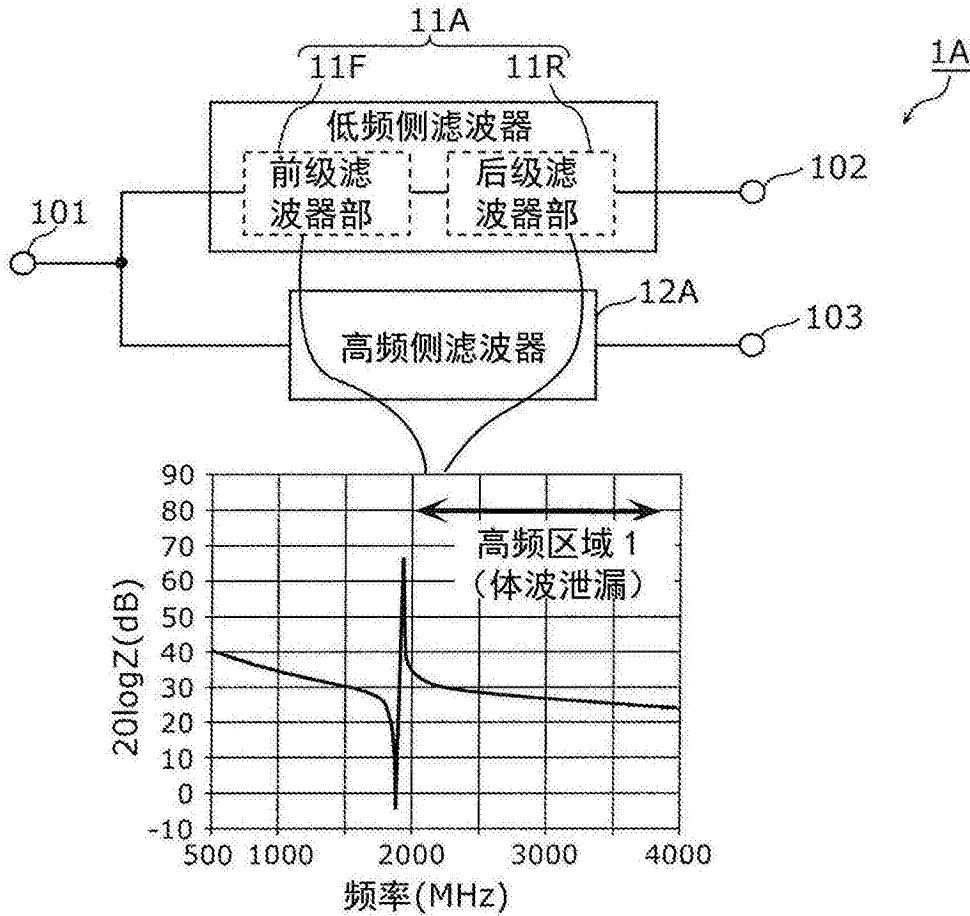


图9A

前级滤波器部 11F	后级滤波器部 11R
利用 LN瑞利波	声速膜层叠构造 利用 LT漏波 利用 LN拉夫波
声速膜层叠构造	利用 LT漏波 利用 LN拉夫波
利用 LT漏波	利用 LN拉夫波
SMR	声速膜层叠构造 利用 LT漏波 利用 LN拉夫波
FBAR	声速膜层叠构造 利用 LT漏波 利用 LN拉夫波

高频区域 1 的 RL < 高频区域 1 的 RL

图9B

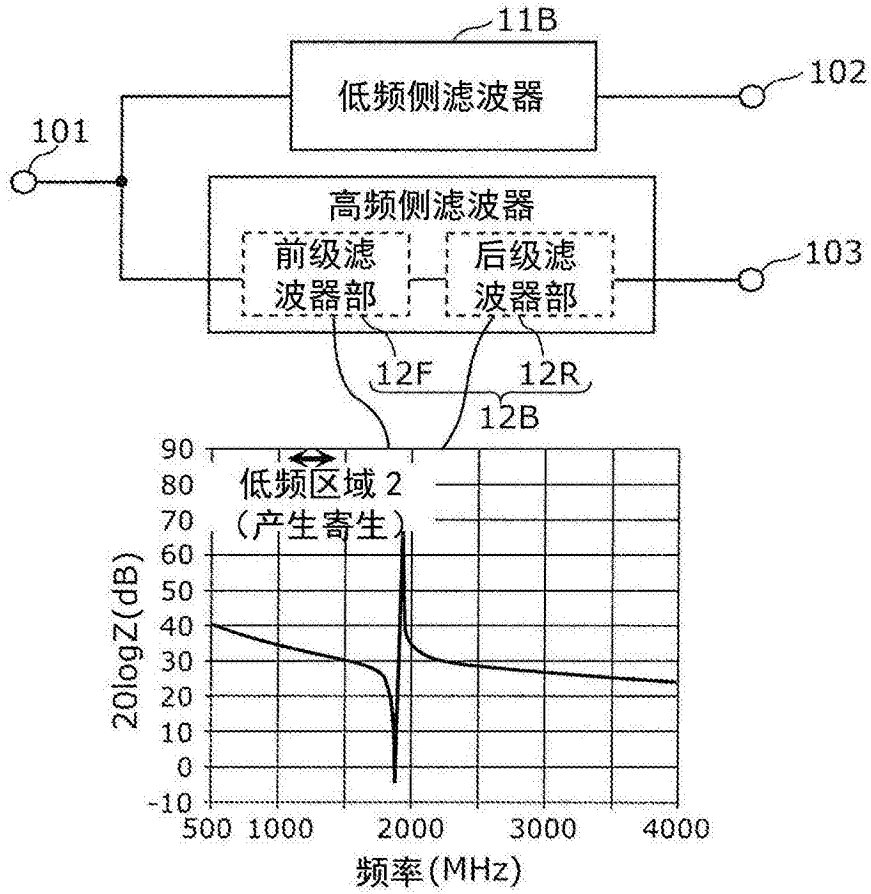


图10A

前级滤波器部 12F	后级滤波器部 12R
利用 LN瑞利波	声速膜层叠构造
利用 LT漏波	
利用 LN拉夫波	
SMR	
FBAR	
利用 LN瑞利波	利用 LT漏波
声速膜层叠构造	
利用 LN拉夫波	
SMR	
FBAR	

低频区域 2 的 RL < 低频区域 2 的 RL

图10B

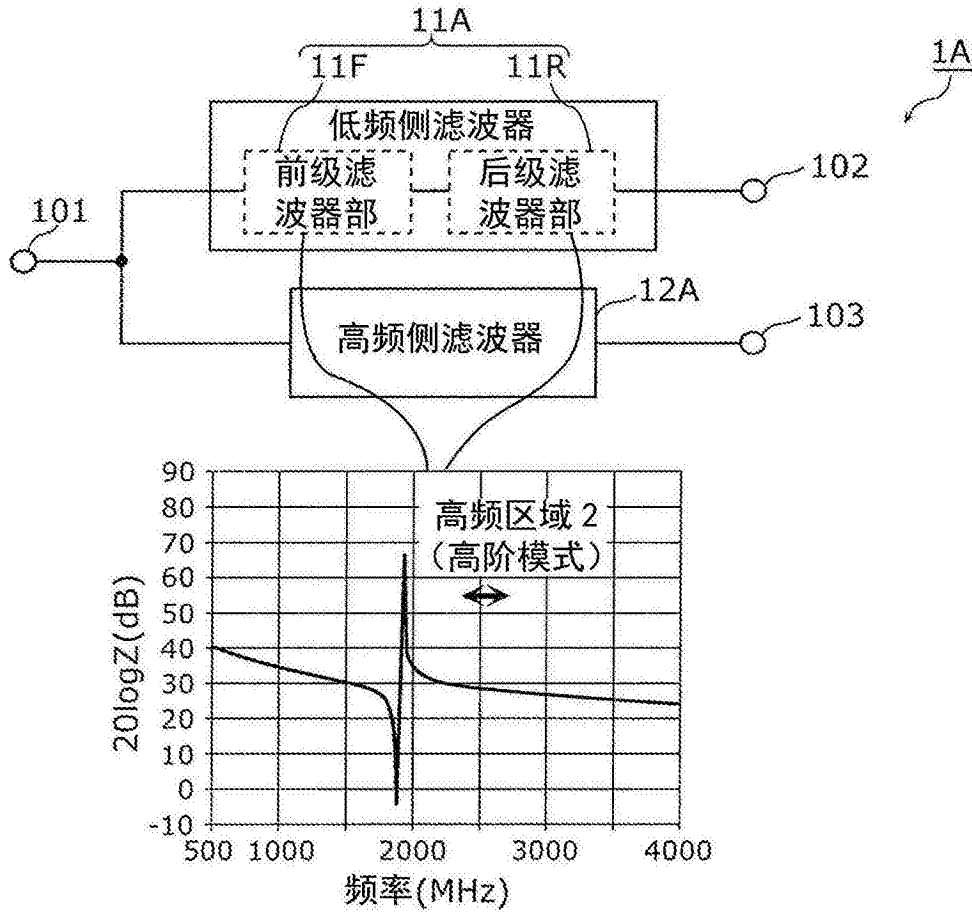


图11A

前级滤波器部 11F	后级滤波器部 11R
声速膜层叠构造	利用 LN 瑞利波
利用 LT 漏波	
利用 LN 拉夫波	
SMR	
FBAR	利用 LN 拉夫波
利用 LN 瑞利波	
声速膜层叠构造	
利用 LT 漏波	
SMR	
FBAR	

高频区域 2 的 RL < 高频区域 2 的 RL

图11B

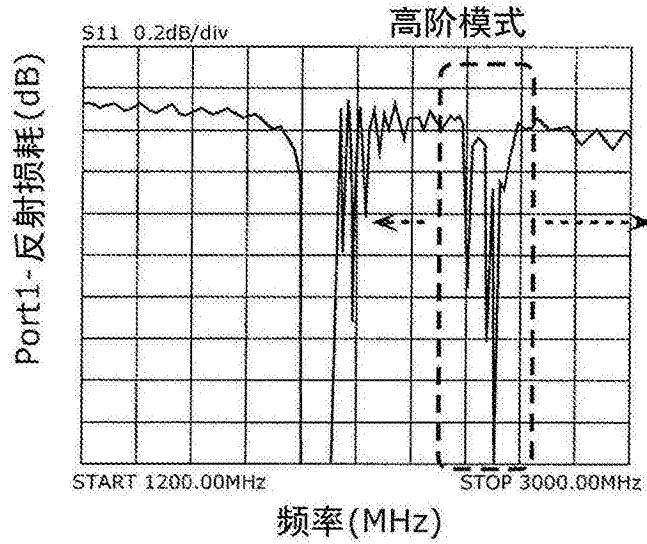


图12A

弹性波模式	构造参数
利用 LT 漏波	IDT 电极膜厚 占空比
声速膜层叠构造	IDT 电极膜厚 占空比 低声速膜膜厚

图12B

弹性波模式	构造参数
利用 LN 瑞利波	IDT 电极膜厚 保护膜 占空比
利用 LN 拉夫波	IDT 电极膜厚 保护膜 占空比
声速膜层叠构造	LT 膜厚 低声速膜膜厚 Si 晶体方位

高阶模式

图12C

弹性波模式	构造参数
利用 LT 漏波	IDT 电极膜厚
利用 LN 拉夫波	IDT 电极膜厚

体波

图13

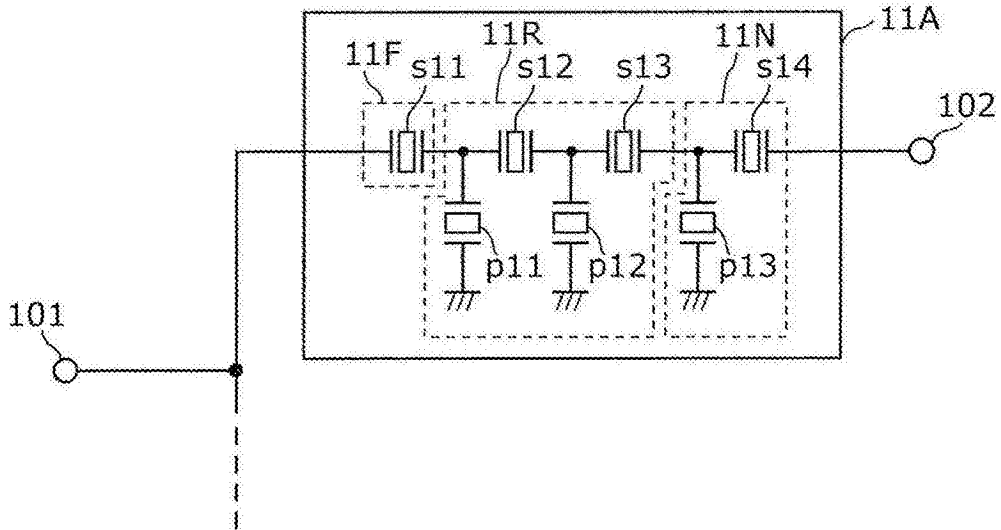


图14

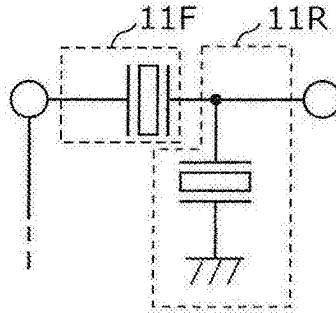


图15A

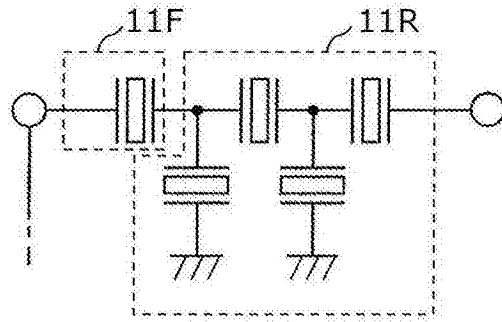


图15B

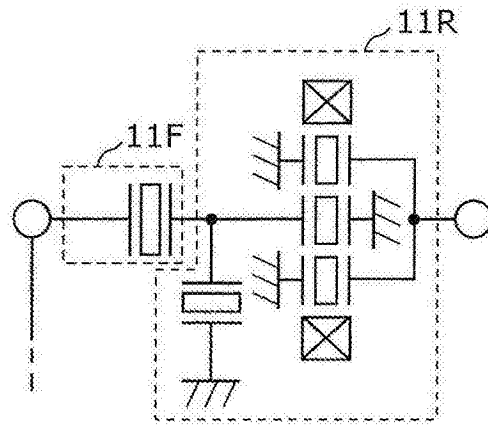


图15C

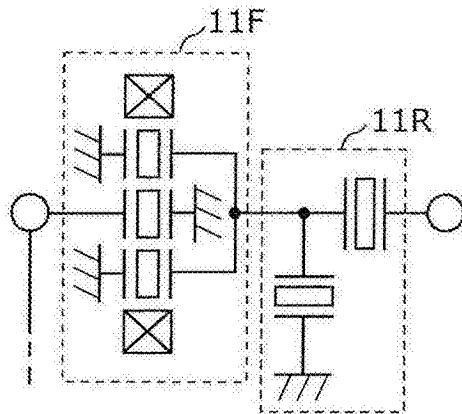


图15D

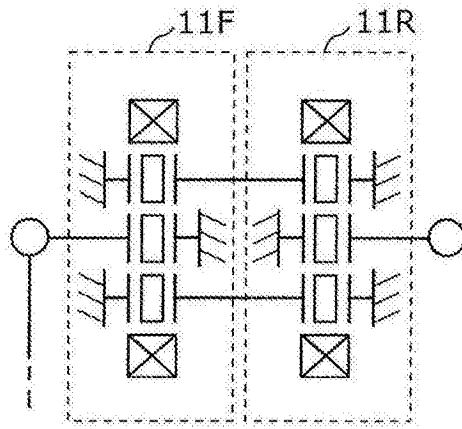


图15E

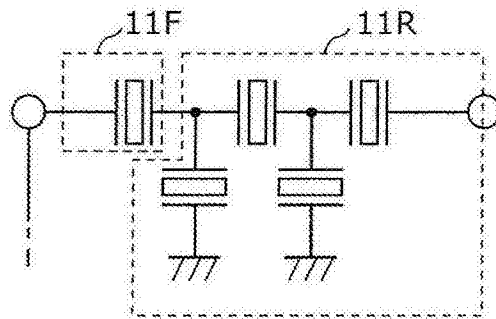


图16A

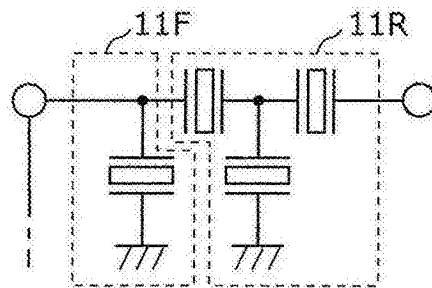


图16B

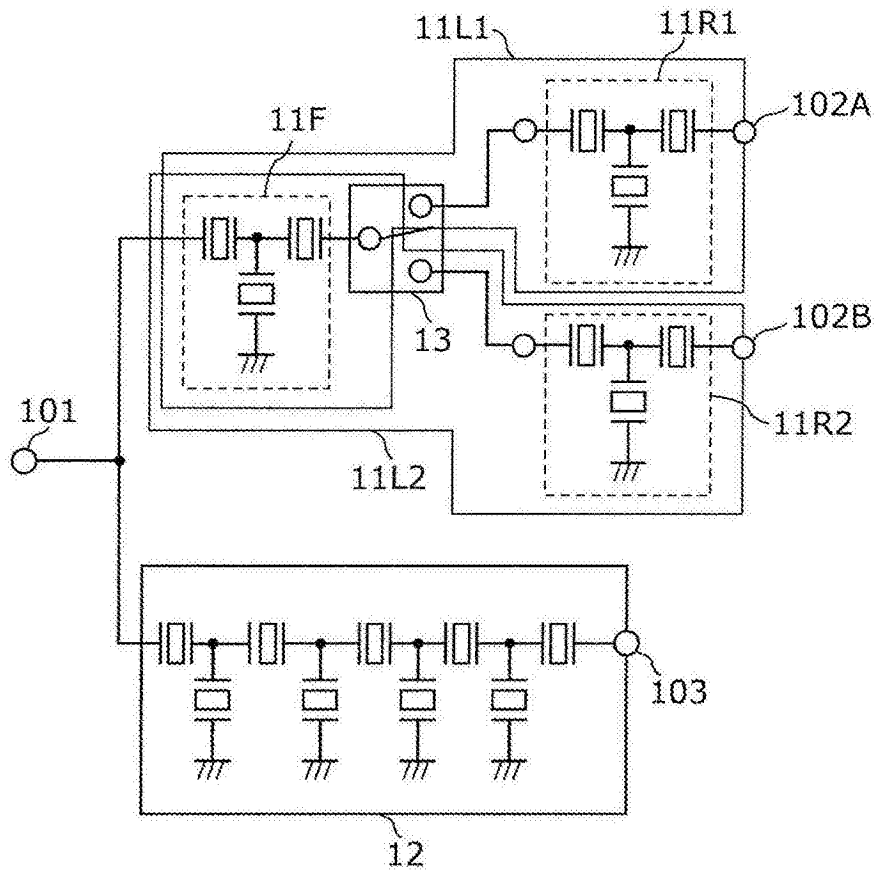


图17

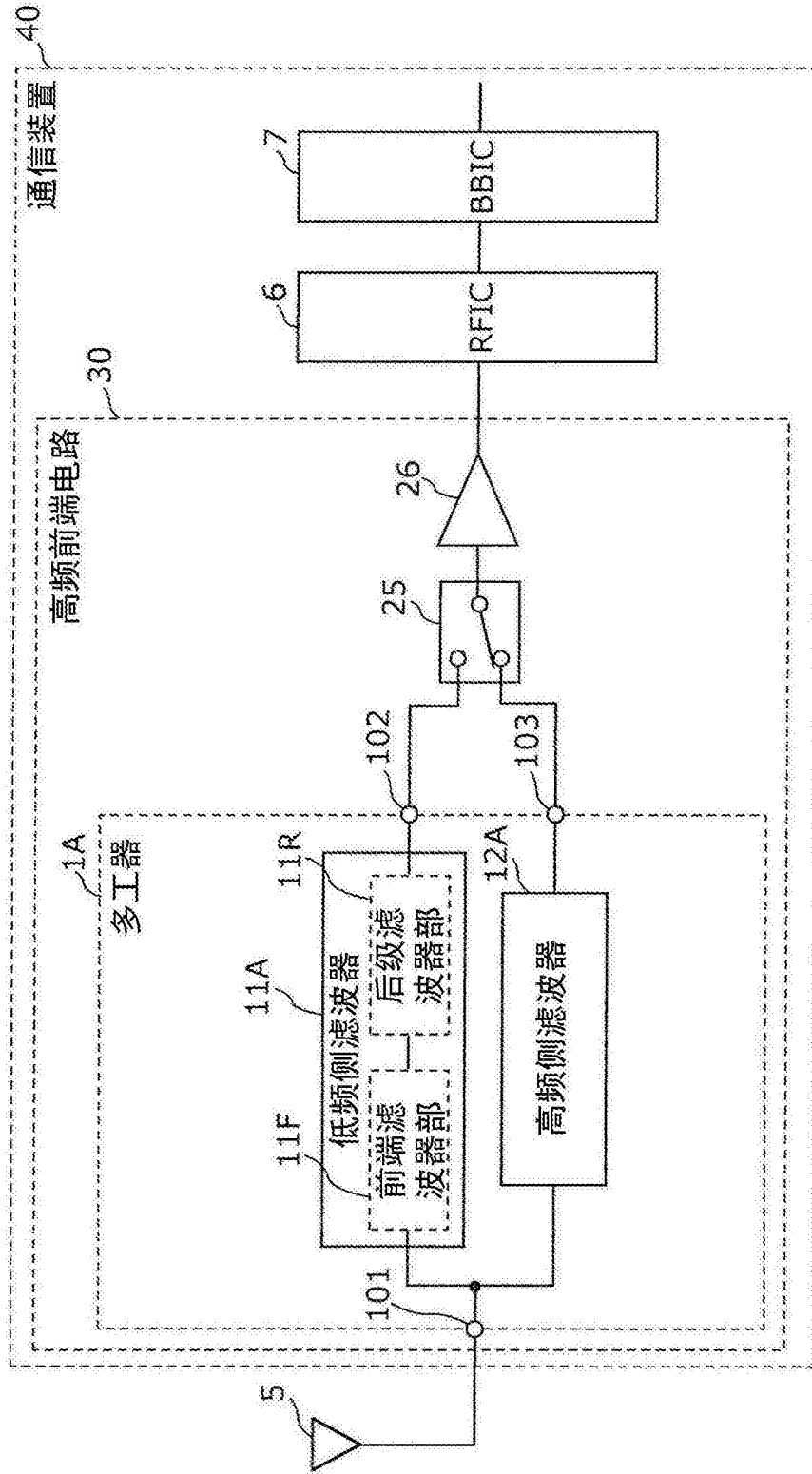


图18