



(21) 申请号 201911044412.4

(22) 申请日 2019.10.30

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111147043 A

(43) 申请公布日 2020.05.12

(30) 优先权数据

2018-208626 2018.11.06 JP

(73) 专利权人 太阳诱电株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 关根英行

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

公司 11127

专利代理师 赵彤 刘久亮

(51) Int. Cl.

H03H 9/54 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 102611410 A, 2012.07.25

CN 107070431 A, 2017.08.18

JP H07231242 A, 1995.08.29

US 2017244382 A1, 2017.08.24

US 2017338801 A1, 2017.11.23

审查员 向苗

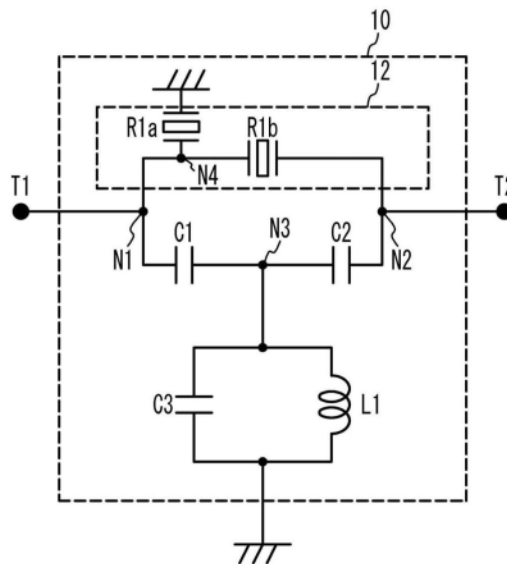
权利要求书1页 说明书8页 附图15页

(54) 发明名称

高通滤波器及多路复用器

(57) 摘要

一种高通滤波器,该高通滤波器包括:至少一个电容器,其位于输入端子和输出端子之间的第一路径中并连接在输入端子和输出端子之间;至少一个电感器,该至少一个电感器的第一端联接到第一路径,该至少一个电感器的第二端接地;至少一个第一声波谐振器,其位于与输入端子和输出端子之间的第一路径并联连接的第二路径中,至少一个第一声波谐振器与至少一个电容器并联连接;以及至少一个第二声波谐振器,该至少一个第二声波谐振器的第一端联接到第二路径,该至少一个第二声波谐振器的第二端接地。



1. 一种高通滤波器,该高通滤波器包括:

位于第一节点和第二节点之间的第一路径中的至少一个电容器,所述第一节点和所述第二节点位于输入端子和输出端子之间,所述至少一个电容器连接在所述第一节点和所述第二节点之间;

至少一个电感器,所述至少一个电感器的第一端联接到所述第一路径,所述至少一个电感器的第二端接地;

位于与所述第一节点和所述第二节点之间的所述第一路径并联连接的第二路径中的至少一个第一声波谐振器,所述至少一个第一声波谐振器与所述至少一个电容器并联连接;以及

至少一个第二声波谐振器,所述至少一个第二声波谐振器的第一端联接到所述第二路径,所述至少一个第二声波谐振器的第二端接地,

其中,所述至少一个第二声波谐振器的谐振频率低于所述高通滤波器的通带,

所述至少一个第二声波谐振器的反谐振频率和所述至少一个第一声波谐振器的谐振频率位于所述通带内,并且

所述至少一个第二声波谐振器的所述第一端仅通过所述第二路径联接到所述第一路径。

2. 根据权利要求1所述的高通滤波器,其中,

所述至少一个第二声波谐振器的谐振频率高于由所述至少一个电容器、所述至少一个电感器和所述至少一个第一声波谐振器所形成的一个或多个衰减极点的频率中的最高频率。

3. 根据权利要求2所述的高通滤波器,其中,

所述至少一个第一声波谐振器是单个第一声波谐振器,并且

所述至少一个第二声波谐振器是单个第二声波谐振器。

4. 根据权利要求2所述的高通滤波器,其中,

所述至少一个第二声波谐振器包括多个第二声波谐振器,并且

所述第二声波谐振器具有彼此相等的谐振频率,并且具有彼此相等的反谐振频率。

5. 根据权利要求2所述的高通滤波器,其中,

所述至少一个第一声波谐振器包括多个第一声波谐振器,并且

所述第一声波谐振器具有彼此相等的谐振频率,并且具有彼此相等的反谐振频率。

6. 根据权利要求1所述的高通滤波器,其中,

所述至少一个第一声波谐振器和所述至少一个第二声波谐振器是压电薄膜谐振器或表面声波谐振器。

7. 一种多路复用器,该多路复用器包括:

根据权利要求1所述的高通滤波器。

高通滤波器及多路复用器

技术领域

[0001] 本发明的某个方面涉及高通滤波器及多路复用器。

背景技术

[0002] 已知一种高通滤波器,其中声波谐振器被设置于由电容器和电感器形成的LC电路,例如日本专利申请公开第2018-129680号和第2018-129683号(以下,分别称为专利文献1和2)中所公开的。

发明内容

[0003] 根据本发明的第一方面,提供了一种高通滤波器,包括:至少一个电容器,其位于输入端子和输出端子之间的第一路径中,该至少一个电容器连接在输入端子和输出端子之间;至少一个电感器,该至少一个电感器的第一端联接到第一路径,该至少一个电感器的第二端接地;至少一个第一声波谐振器,其位于与输入端子和输出端子之间的第一路径并联连接的第二路径中,至少一个第一声波谐振器与至少一个电容器并联连接;以及至少一个第二声波谐振器,该至少一个第二声波谐振器的第一端联接到第二路径,该至少一个第二声波谐振器的第二端接地。

[0004] 根据本发明的第二方面,提供了一种包括上述高通滤波器的多路复用器。

附图说明

[0005] 图1A是比较例和实施方式中使用的表面声波谐振器的平面图,并且图1B是比较例和实施方式中使用的压电薄膜谐振器的截面图;

[0006] 图2A是根据第一比较例的高通滤波器的电路图,并且图2B示出了第一比较例的高通滤波器的传输特性的图;

[0007] 图3A示出了第一比较例中的声波谐振器的电抗分量的频率特性,并且图3B示出了其中第一比较例中的高通滤波器的声波谐振器由电容器等效代替的等效电路;

[0008] 图4A示出了当第一比较例中的等效电容器具有0.273pF的电容时的传输特性,并且图4B示出了当第一比较例中的等效电容器具有0.174pF的电容时的传输特性;

[0009] 图5A是根据第二比较例的高通滤波器的电路图,并且图5B示出了第二比较例的高通滤波器的传输特性;

[0010] 图6A是根据第三比较例的高通滤波器的电路图,并且图6B示出了第三比较例的高通滤波器的传输特性;

[0011] 图7A是根据第一实施方式的高通滤波器的电路图,并且图7B示出了第一实施方式的高通滤波器的传输特性;

[0012] 图8是根据第一实施方式的第一变型的高通滤波器的电路图;

[0013] 图9A是根据第二实施方式的高通滤波器的电路图,并且图9B示出了根据第二实施方式的高通滤波器的传输特性;

[0014] 图10A是根据第三实施方式的高通滤波器的电路图,并且图10B示出了根据第三实施方式的高通滤波器的传输特性;以及

[0015] 图11是根据第四实施方式的双工器的电路图。

具体实施方式

[0016] 在专利文献1和专利文献2中公开的高通滤波器中,通带和阻带之间的过渡区域中的衰减陡度不足。

[0017] 首先描述在比较例和实施方式中使用的声波谐振器。图1A是比较例和实施方式中使用的表面声波谐振器的平面图。如图1A所示,叉指换能器(IDT)25和反射器26位于压电基板20的上表面上。IDT 25包括彼此面对的一对梳状电极24。梳状电极24包括多个电极指22和连接电极指22的汇流条23。反射器26在布置电极指22的方向上位于IDT 25的两侧。IDT 25在压电基板20上激发表面声波。表面声波谐振器被配置为单端口谐振器。压电基板20例如是钽酸锂基板、铌酸锂基板或晶体基板。压电基板20可以接合在诸如但不限于蓝宝石基板、尖晶石基板、氧化铝基板、晶体基板或硅基板的支撑基板上。此外,由氧化硅、氮化铝等制成的绝缘层可以位于压电基板20和支撑基板之间。IDT 25和反射器26例如由铝膜、铜膜或钼膜形成。保护膜或温度补偿膜可以位于压电基板20上,以覆盖IDT 25和反射器26。

[0018] 图1B是比较例和实施方式中使用的压电薄膜谐振器的截面图。如图1B所示,压电薄膜34位于基板30上。下电极32和上电极36定位为将压电薄膜34夹在中间。在下电极32和基板30之间形成气隙38。下电极32和上电极36隔着压电薄膜34的至少一部分彼此面对的区域是谐振区域35。谐振区域35中的下电极32和上电极36在压电薄膜34内以厚度扩展模式激发声波。压电薄膜谐振器配置为单端口谐振器。基板30例如是蓝宝石基板、尖晶石基板、氧化铝基板、玻璃基板、晶体基板或硅基板。下电极32和上电极36由诸如但不限于钎膜的金属膜形成。压电膜34例如是氮化铝膜。可以设置反射声波的声镜(acoustic mirror)来代替气隙38。

[0019] 第一比较例

[0020] 图2A是根据第一比较例的高通滤波器的电路图。如图2A所示,高通滤波器(HPF)10包括电容器C1至C3、电感器L1和声波谐振器R1。电容器C1和C2串联连接在端子T1和T2之间。电感器L1的第一端联接到电容器C1和C2之间的节点N3,并且电感器L1的第二端接地。电容器C3与电感器L1并联连接。声波谐振器R1与节点N1和节点N2之间的电容器C1和C2并联连接。声波谐振器电路12包括声波谐振器R1。

[0021] 模拟了第一比较例中的HPF 10的端子T1和T2之间的传输特性。模拟条件如下。

[0022] 电容器C1至C3的电容

[0023] C1:0.23pF

[0024] C2:0.23pF

[0025] C3:0.21pF

[0026] 电感L1的电感

[0027] L1:1.05nH

[0028] 声波谐振器R1的结构:图1B中示出的压电薄膜谐振器

[0029] 基板30:硅基板

[0030] 下电极32:厚度为60nm的钨膜

[0031] 压电膜34:厚度为400nm的氮化铝膜

[0032] 上电极36:厚度为60nm的钨膜

[0033] 声波谐振器R1的特性

[0034] 谐振频率 f_r :5431MHz

[0035] 反谐振频率 f_a :5585MHz

[0036] 图2B示出了根据第一比较例的高通滤波器的传输特性。示出了HPF 10和声波谐振器电路12的通带。如图2B所示,声波谐振器R1的谐振频率 f_r 位于HPF 10的通带的低频端附近。声波谐振器R1的反谐振频率 f_a 位于HPF 10的通带内,但是在通带内没有发生杂散。在低于通带的频率处形成衰减极点A1(5287MHz)和A2(4977MHz)。

[0037] HPF 10的衰减为-10dB处的频率为5413MHz,HPF 10的衰减为-30dB处的频率为5323MHz,并且它们之间的差约为90MHz。将衰减为-10dB的频率与衰减为-30dB的频率之间的差定义为过渡宽度。在第一比较例中,过渡宽度是90MHz。

[0038] 检查第一比较例中的衰减极点A1和A2。图3A示出了第一比较例中声波谐振器的电抗分量的频率特性。当电抗分量为正时,声波谐振器是电容性的,而当电抗分量为负时,声波谐振器是电感性的。如图3A所示,声波谐振器R1的电抗分量取决于频率。谐振频率和反谐振频率之间的电抗分量是负的。在其它频率处,电抗分量是正的,并且声波谐振器R1能够等效地视为电容器。声波谐振器R1在衰减极点A1处的电容为0.273pF,声波谐振器R1在衰减极点A2处的电容为0.174pF。

[0039] 图3B示出了其中第一比较例中高通滤波器的声波谐振器由电容器等效地代替的等效电路。如图3B所示,声波谐振器R1由电容器CC等效地代替。在假设等效电容器CC具有0.273pF的电容的情况下模拟了HPF 10的传输特性,0.273pF的电容是声波谐振器R1在衰减极点A1处的电容。另外,在假设电容器CC具有0.174pF的电容的情况下模拟了HPF 10的传输特性,0.174pF的电容是声波谐振器R1在衰减极点A2处的电容。

[0040] 图4A示出了第一比较例中在等效电容器具有0.273pF的电容的假设下的传输特性,并且图4B示出了第一比较例中在等效电容器具有0.174pF的电容的假设下的传输特性。如图4A所示,当电容器CC的电容为0.273pF时,在5284MHz处形成衰减极点A1'。该频率与衰减极点A1的5287MHz基本上相同。如图4B所示,当电容器CC的电容为0.174pF时,在4971MHz处形成衰减极点A2'。该频率与衰减极点A2的4977MHz基本上相同。

[0041] 如上所述,认为第一比较例的衰减极点A1和A2是与声波谐振器R1相关联的衰减极点,并且是由电容器C1至C3、电感器L1和声波谐振器R1形成的衰减极点。

[0042] 在第一比较例中,在通带中没有发生杂散(spurious),但是过渡宽度达90MHz宽。

[0043] 第二比较例

[0044] 在第二比较例中,两个声波谐振器R1串联连接,并且使声波谐振器R1的谐振频率不同。图5A是根据第二比较例的高通滤波器的电路图。如图5A所示,在第二比较例中,第一比较例的声波谐振器R1被串联划分成声波谐振器R1a和R1b。声波谐振器电路12包括声波谐振器R1a和R1b。

[0045] 模拟了第二比较例的HPF 10的端子T1和T2之间的传输特性。模拟条件如下。

[0046] 声波谐振器R1a的特性

[0047] 谐振频率fr1:5395MHz

[0048] 反谐振频率fa1:5530MHz

[0049] 声波谐振器R1b的特性

[0050] 谐振频率fr2:5455MHz

[0051] 反谐振频率fa2:5590MHz

[0052] 其它模拟条件与第一比较例的模拟条件相同。

[0053] 图5B示出了第二比较例的高通滤波器的传输特性。示出了HPF 10和声波谐振器电路12的通带。如图5B所示,在通带内形成频率为5557MHz的杂散B1。认为杂散B1是由于两个声波谐振器R1a和R1b的反谐振频率fa1和fa2引起的。在低于通带的频率处形成衰减极点A1(5228MHz)和A2(5017MHz)。

[0054] HPF 10的衰减为-10dB处的频率为5380MHz,HPF 10的衰减为-30dB处的频率为5281MHz,并且它们之间的差为大约99MHz。在第二比较例中,在通带内形成杂散B1,并且过渡宽度比第一比较例中的过渡宽度更宽。

[0055] 第三比较例

[0056] 在第三比较例中,两个声波谐振器R1并联连接,并且使声波谐振器R1的谐振频率不同。图6A是根据第三比较例的高通滤波器的电路图。如图6A所示,在第三比较例中,第一比较例的声波谐振器R1并联分成声波谐振器R1a和R1b。声波谐振器电路12包括声波谐振器R1a和R1b。

[0057] 模拟了第三比较例的HPF 10的端子T1和T2之间的传输特性。模拟条件如下。

[0058] 声波谐振器R1a的特性

[0059] 谐振频率fr1:5317MHz

[0060] 反谐振频率fa1:5360MHz

[0061] 声波谐振器R1b的特性

[0062] 谐振频率fr2:5430MHz

[0063] 反谐振频率fa2:5552MHz

[0064] 其它模拟条件与第一比较例的模拟条件相同。

[0065] 图6B示出了根据第三比较例的高通滤波器的传输特性。示出了HPF 10和声波谐振器电路12的通带。如图6B所示,在通带内形成有杂散B2。认为杂散B2是由于谐振频率fr1和fr2引起的。在低于通带的频率处形成衰减极点A1(5196MHz)和A2(4908MHz)。

[0066] HPF 10的衰减为-10dB处的频率为5308MHz,HPF 10的衰减为-30dB处的频率为5235MHz,并且它们之间的差约为73MHz。在第三比较例中,过渡宽度比第一比较例中的过渡宽度更窄,但是在通带内形成有杂散B2。

[0067] 如上所述,第一比较例至第三比较例不能同时实现窄的过渡宽度和对通带内形成杂散的抑制。特别是,希望在诸如演进通用陆地无线电接入(E-UTRA)中规定的Band46(5150MHz至5925MHz)、5G新无线电(NR)中规定的N77(3300MHz至4200MHz)和N79(4400MHz至5000MHz)(其频率频带的频率高于典型的蜂窝频带)的从3GHz到6GHz的频带中使滤波器的过渡宽度变窄。在下文中,将描述使过渡宽度变窄并抑制在通带内形成杂散的实施方式。

[0068] 第一实施方式

[0069] 图7A是根据第一实施方式的高通滤波器的电路图。如图7A所示,在第一实施方式

中,声波谐振器R1b与节点N1和N2之间的电容器C1和C2并联连接。节点N1是电容器C1的端子T1侧节点,并且节点N2是电容器C2的端子T2侧节点。声波谐振器R1a的第一端联接到节点N4,并且声波谐振器R1a的第二端接地。节点N4是声波谐振器R1b和节点N1之间的节点。声波谐振器电路12包括声波谐振器R1a和R1b。其它结构与第一比较例的结构相同,因此省略其说明。

[0070] 模拟了第一实施方式的HPF 10的端子T1和T2之间的传输特性。模拟条件如下。

[0071] 声波谐振器R1a的特性

[0072] 谐振频率fr1:5364MHz

[0073] 反谐振频率fa1:5440MHz

[0074] 声波谐振器R1b的特性

[0075] 谐振频率fr2:5440MHz

[0076] 反谐振频率fa2:5590MHz

[0077] 其它模拟条件与第一比较例的相同。

[0078] 图7B示出了根据第一实施方式的高通滤波器的传输特性。示出了HPF 10和声波谐振器电路12的通带。如图7B所示,使声波谐振器R1a的谐振频率fr1低于声波谐振器R1b的反谐振频率fa2。使声波谐振器R1a的反谐振频率fa1和声波谐振器R1b的谐振频率fr2基本相同。该配置使声波谐振器电路12具有带通滤波器(BPF)的传输特性。

[0079] 在低于HPF 10的通带的频率处形成衰减极点A1(5287MHz)和A2(4978MHz)。此外,在衰减极点A1和HPF 10的通带之间形成衰减极点A3(5364MHz)。衰减极点A3的频率与声波谐振器R1a的谐振频率fr1相同。因此,认为衰减极点A3是由于谐振频率fr1引起的衰减极点。在HPF 10的通带内没有形成由于声波谐振器R1b的反谐振频率fa2导致的杂散。

[0080] HPF 10的衰减为-10dB处的频率为5400MHz,HPF 10的衰减为-30dB处的频率为5375MHz,并且它们之间的差约为25MHz。在第一实施方式中,过渡宽度明显窄于第一比较例至第三比较例中的过渡宽度,并且抑制了通带内的杂散的形成。

[0081] 考虑在第一实施方式中使过渡宽度变窄的原因是因为形成了衰减极点A3。与第一比较例不同,抑制在通带内形成杂散的原因被认为是因为在节点N1和N2之间没有连接具有不同谐振频率和不同反谐振频率的声波谐振器。也就是说,与第二和第三比较例不同,认为是因为声波谐振器R1b不是由具有不同谐振频率和不同反谐振频率的两个声波谐振器形成的。

[0082] 第一实施方式的第一变型

[0083] 图8是根据第一实施方式的第一变型的高通滤波器的电路图。如图8中所示,在第一实施方式的第一变型中,声波谐振器R1a的第一端联接到节点N5,并且声波谐振器R1a的第二端接地。节点N5是声波谐振器R1b和节点N2之间的节点。其它结构与第一实施方式的结构相同,因此省略其描述。如第一实施方式的第一变型中那样,声波谐振器R1b可以联接到节点N4,或者可以联接到节点N5。

[0084] 第二实施方式

[0085] 图9A是根据第二实施方式的高通滤波器的电路图。如图9A所示,在第二实施方式中,声波谐振器R1b和R1c在节点N1和N2之间彼此串联连接,并且与节点N1和N2之间的电容器C1和C2并联连接。声波谐振器R1a的第一端联接到节点N6,并且声波谐振器R1a的第二端

接地。节点N6是声波谐振器R1b和R1c之间的节点。声波谐振器电路12包括声波谐振器R1a至R1c。其它结构与第一实施方式的结构相同,因此省略其描述。

[0086] 模拟了第二实施方式的HPF 10的端子T1和T2之间的传输特性。模拟条件如下。

[0087] 电容器C1至C3的电容

[0088] C1:0.205pF

[0089] C2:0.19pF

[0090] C3:0.19pF

[0091] 声波谐振器R1a的特性

[0092] 谐振频率fr1:5364MHz

[0093] 反谐振频率fa1:5440MHz

[0094] 声波谐振器R1b的特性

[0095] 谐振频率fr2:5440MHz

[0096] 反谐振频率fa2:5590MHz

[0097] 声波谐振器R1c的特性

[0098] 谐振频率fr3:5440MHz

[0099] 反谐振频率fa3:5590MHz

[0100] 其它模拟条件与第一实施方式的相同。

[0101] 图9B示出了根据第二实施方式的高通滤波器的传输特性。示出了HPF 10和声波谐振器电路12的通带。如图9B所示,声波谐振器电路12具有BPF的传输特性。

[0102] 在低于HPF 10的通带的频率处形成衰减极点A1 (5195MHz)、A2 (5140MHz) 和A3 (5330MHz)。衰减极点A3的频率近似等于声波谐振器R1a的谐振频率fr1。在HPF 10的通带内没有形成由于声波谐振器R1b和R1c的反谐振频率fa2和fa3导致的杂散。

[0103] HPF 10的衰减为-10dB处的频率为5386MHz,HPF 10的衰减为-30dB处的频率为5356MHz,并且它们之间的差约为30MHz。在第二实施方式中,与第一实施方式中一样,过渡宽度变窄,并且抑制在通带内形成杂散。

[0104] 如第二实施方式中所述,在节点N1和N2之间串联连接的声波谐振器R1b和R1c的数量可以是两个或更多个。声波谐振器R1b和R1c的谐振频率fr2和fr3优选地基本相同,以达到在通带内没有形成杂散的程度,并且反谐振频率fa2和fa3优选地基本上相同,以达到在通带内没有形成杂散的程度。

[0105] 第三实施方式

[0106] 图10A是根据第三实施方式的高通滤波器的电路图。如图10A所示,在第三实施方式中,声波谐振器R1b节点N1和N2之间的电容器C1和C2。声波谐振器R1a的第一端联接到节点N4,并且声波谐振器R1a的第二端接地。声波谐振器R1c的第一端联接到节点N5,并且声波谐振器R1c的第二端接地。声波谐振器电路12包括声波谐振器R1a至R1c。其它结构与第一实施方式的结构相同,因此省略其描述。

[0107] 模拟了第三实施方式的HPF 10的端子T1和T2之间的传输特性。模拟条件如下。

[0108] 声波谐振器R1a的特性

[0109] 谐振频率fr1:5364MHz

[0110] 反谐振频率fa1:5440MHz

[0111] 声波谐振器R1b的特性

[0112] 谐振频率fr2:5440MHz

[0113] 反谐振频率fa2:5590MHz

[0114] 声波谐振器R1c的特性

[0115] 谐振频率fr3:5364MHz

[0116] 反谐振频率fa3:5440MHz

[0117] 其它模拟条件与第一实施方式的相同。

[0118] 图10B示出了第三实施方式的高通滤波器的传输特性。示出了HPF 10和声波谐振器电路12的通带。如图10B所示,声波谐振器电路12具有BPF的传输特性。

[0119] 在低于HPF 10的通带的频率处形成衰减极点A1 (5287MHz)、A2 (4978MHz) 和A3 (5362MHz)。衰减极点A3的频率与声波谐振器R1a和R1c的谐振频率fr1和fr3基本相同。在HPF 10的通带内没有形成由于声波谐振器R1b的反谐振频率fa2导致的杂散。

[0120] HPF 10的衰减为-10dB处的频率为5405MHz,HPF 10的衰减为-30dB处的频率为5386MHz,并且它们之间的差约为19MHz。在第三实施方式中,与第一实施方式中一样,过渡宽度变窄,并且抑制在通带内形成杂散。

[0121] 如第三实施方式中所述,在节点N1和N2之间并联的声波谐振器R1a和R1c的数量可以是两个或更多个。声波谐振器R1a和R1c的谐振频率fr1和fr3优选地基本上相同,以达到在通带内没有形成杂散的程度,并且反谐振频率fa1和fa3优选地基本上相同,以达到在通带内没有形成杂散的程度。

[0122] 第一至第三实施方式已经描述了T型C-L-C HPF作为示例,但HPF可以是 π 型L-C-L HPF。在端子T1和T2之间串联连接至少一个电容器就足够了。至少一个电感器与端子T1和T2之间的路径并联连接就足够了。电容器C3不一定连接。

[0123] 在第一至第三实施方式中,一个或更多个电容器C1和C2与端子T1 (输入端子) 和端子T2 (输出端子) 之间的第一路径串联连接。也就是说,一个或更多个电容器C1和C2的两个端子都联接到第一路径。至少一个电感器L1的第一端联接到第一路径,并且至少一个电感器L1的第二端接地。至少一个声波谐振器R1b (第一声波谐振器) 与第二路径串联连接,该第二路径与端子T1和T2之间的第一路径并联连接。也就是说,至少一个声波谐振器R1b的两个端子都联接到第二路径。至少一个声波谐振器R1a (第二声波谐振器) 的第一端联接到第二路径,并且至少一个声波谐振器R1a的第二端接地。如第一至第三实施方式中所述,与第一至第三比较例的配置相比,该配置使过渡宽度变窄。也就是说,改善了高通滤波器的通带和抑制带之间的过渡区域中的衰减陡度。此外,抑制了在第二和第三比较例中描述的通带内的杂散的形成。

[0124] 声波谐振器R1a的谐振频率fr1低于HPF 10的通带。因此,HPF 10的过渡宽度变窄。

[0125] 声波谐振器R1b的反谐振频率fa2位于HPF 10的通带内。因此,HPF 10的过渡宽度变窄。

[0126] 声波谐振器R1a的反谐振频率fa1和声波谐振器R1b的谐振频率fr2位于HPF 10的通带内。因此,反谐振频率fa1和谐振频率fr2形成通带,并且fa1与在fr2和fr1之间的差形成过渡宽度。因此,HPF 10的过渡宽度变窄。

[0127] 声波谐振器R1a的谐振频率fr1高于由电容器C1至C3、电感器L1和声波谐振器R1b

形成的一个或更多个衰减极点A1和A2的频率中的最高频率。因此,由于谐振频率 f_{r1} ,能够由衰减极点A1和衰减极点A3形成衰减范围。

[0128] 在第一实施方式中,至少一个第一声波谐振器是单个声波谐振器R1b,并且至少一个第二声波谐振器是单个声波谐振器R1a。因此,至少一个第一声波谐振器的谐振频率 f_{r2} 和反谐振频率 f_{a2} 中的每一个具有单一值,并且至少一个第二声波谐振器的谐振频率 f_{r1} 和反谐振频率 f_{a1} 中的每一个具有单一值。因此,抑制了在第二和第三比较例中描述的HPF 10的通带内的杂散的形成。

[0129] 在第二实施方式中,第二声波谐振器R1b和R1c具有基本相同的谐振频率和基本相同的反谐振频率。因此,抑制了在第二和第三比较例中描述的由于谐振频率和/或反谐振频率的差异而导致的HPF 10的通带内的杂散的形成。

[0130] 在第三实施方式中,第一声波谐振器R1a和R1c具有基本相同的谐振频率和基本相同的反谐振频率。因此,抑制了在第二和第三比较例中描述的由于谐振频率和/或反谐振频率的差异而导致的HPF 10的通带内的杂散的形成。

[0131] 第四实施方式

[0132] 图11是根据第四实施方式的双工器的电路图。如图11所示,HPF 14连接在公共端子TA和端子TH之间。HPF 14是第一至第三实施方式中任一个的HPF 10。低通滤波器(LPF)16连接在公共端子TA和端子TL之间。HPF 14将从公共端TA或端子TH输入的高频信号中的通带中的信号发送给端子TH或公共端子TA,并抑制具有其它频率的信号。LPF 16将从公共端子TA或端子TL输入的信号中的通带中的信号发送给端子TL或公共端子TA,并抑制具有其它频率的信号。替代LPF 16,可以连接BPF。

[0133] 描述了双工器作为多路复用器的示例,但是多路复用器可以是三工器或四工器。

[0134] 尽管已经详细描述了本发明的实施方式,但是要理解,在不脱离本发明的精神和范围的情况下,能够对其进行各种改变、替换和变型。

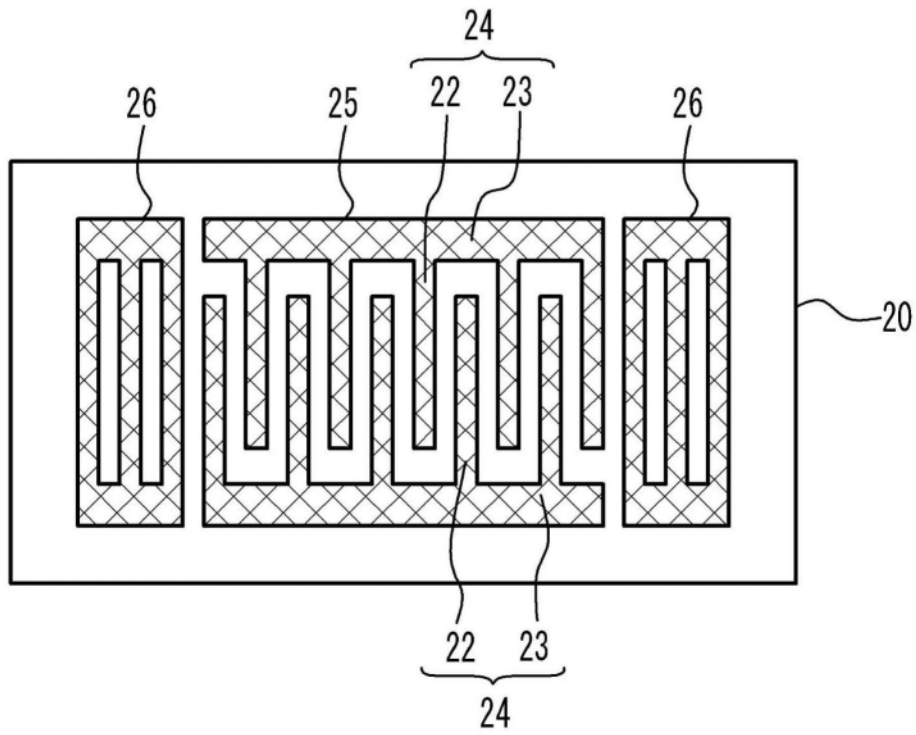


图1A

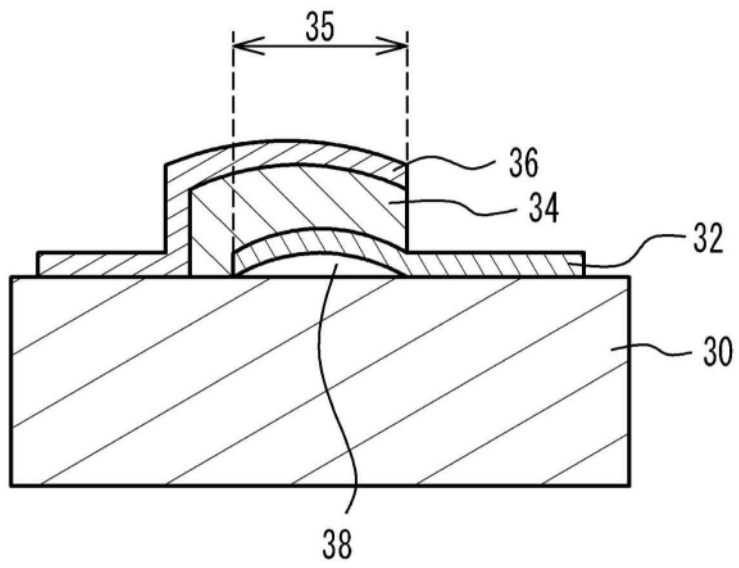


图1B

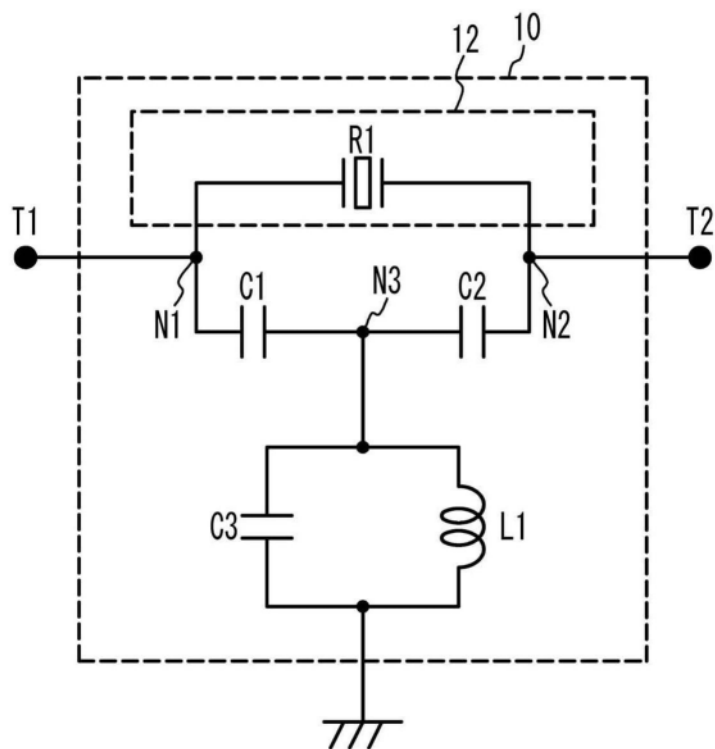


图2A

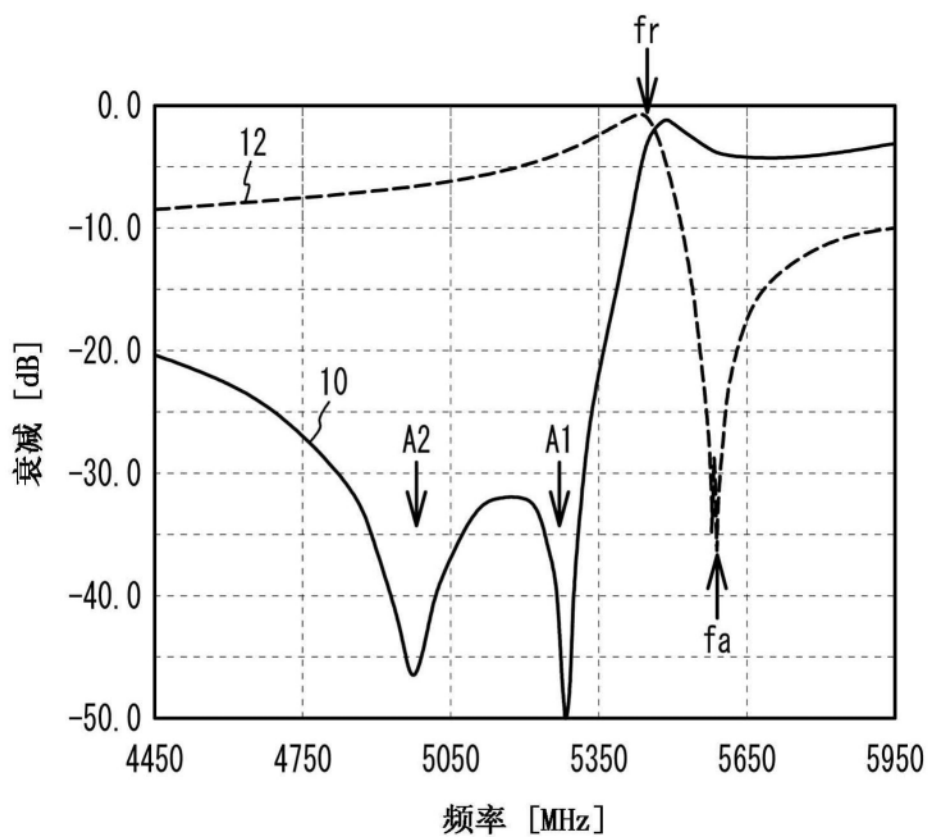


图2B

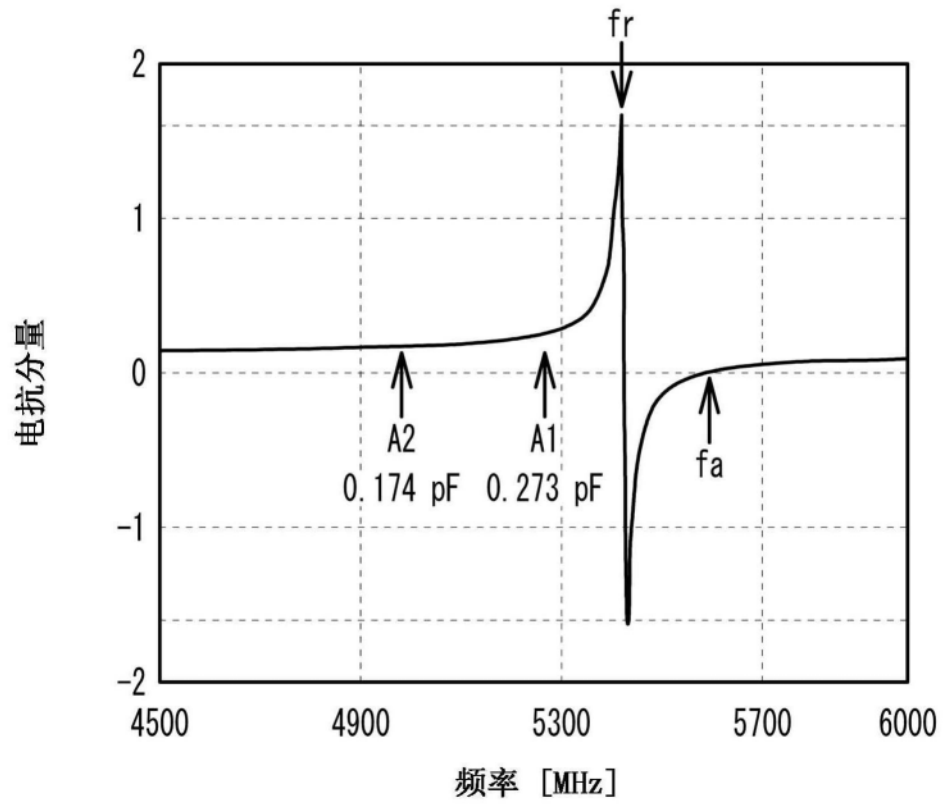


图3A

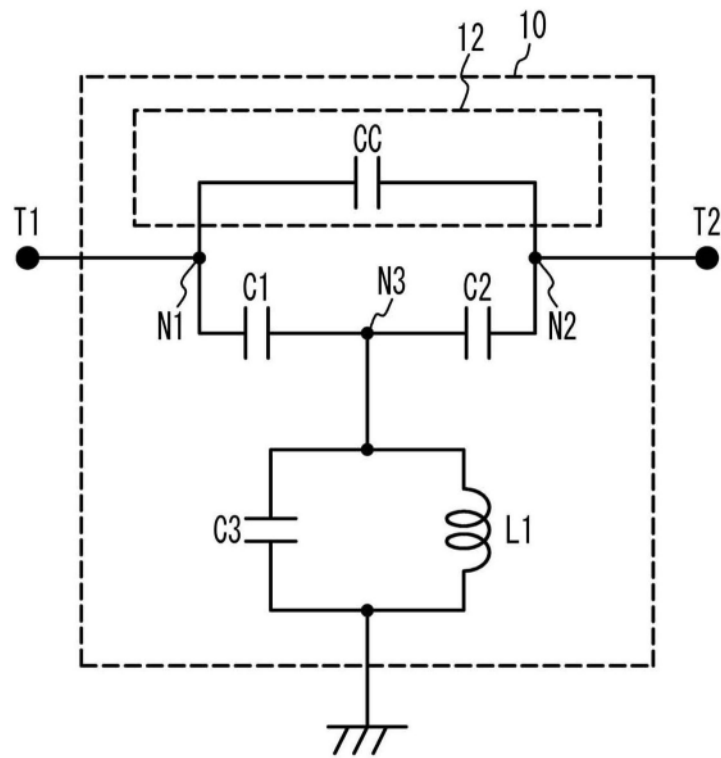


图3B

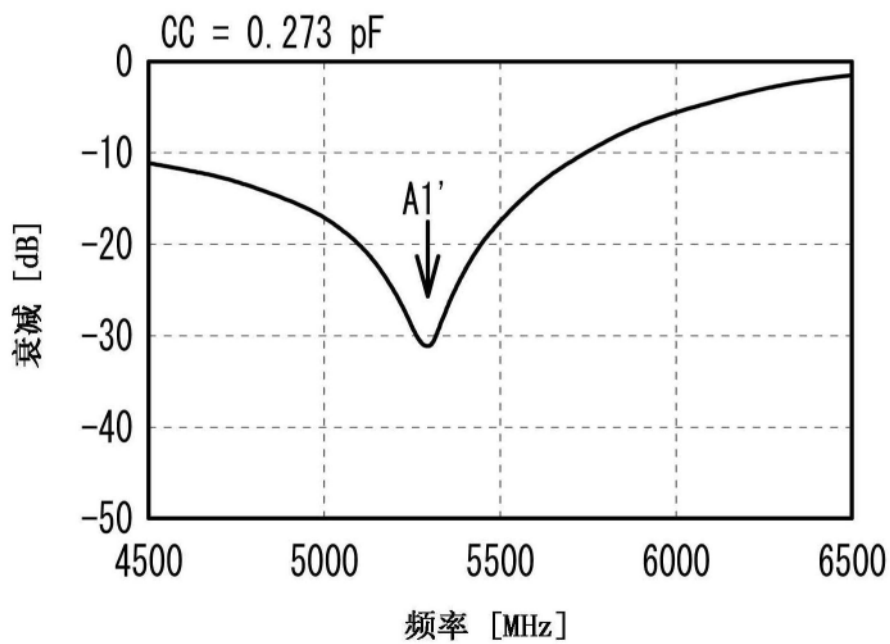


图4A

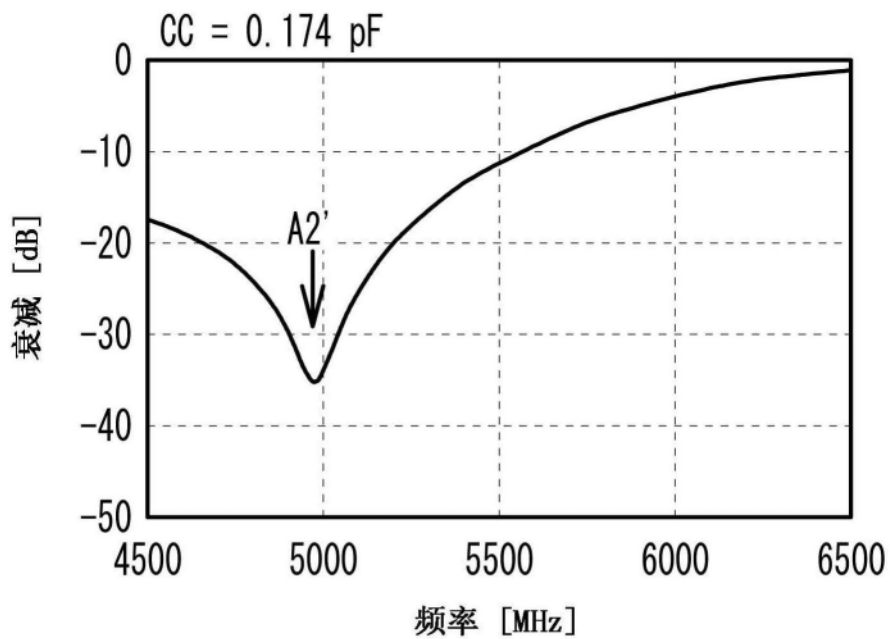


图4B

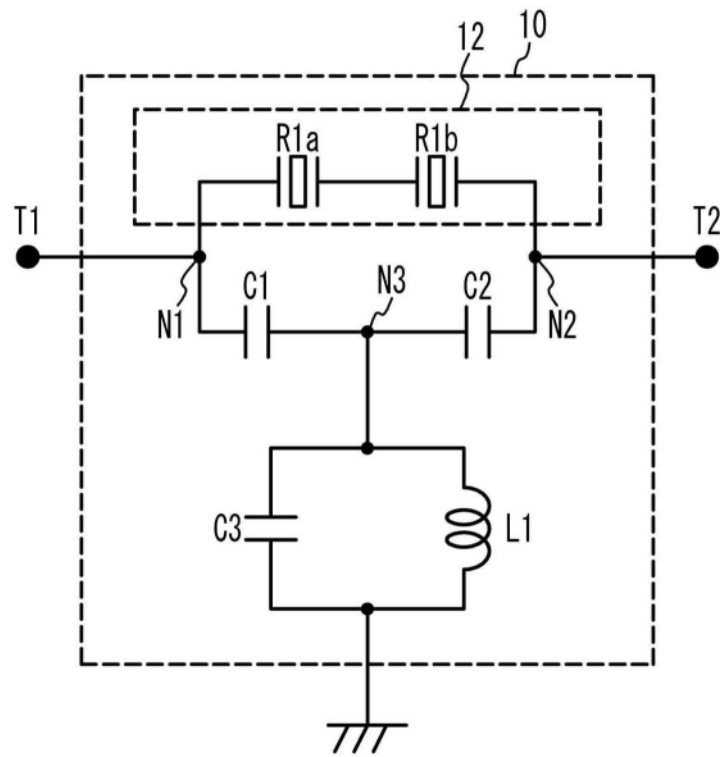


图5A

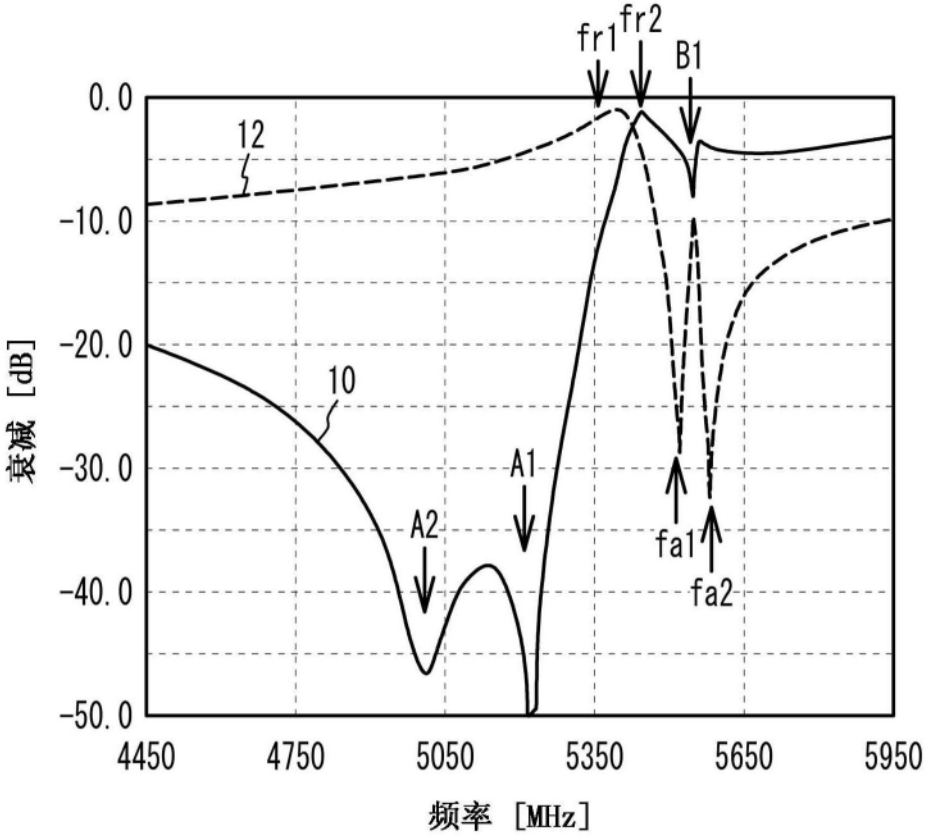


图5B

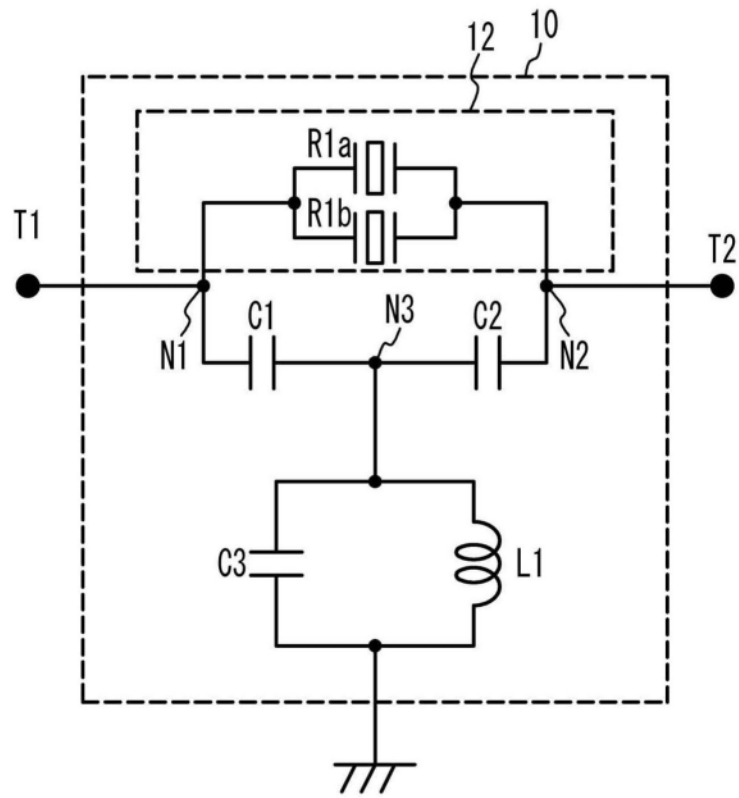


图6A

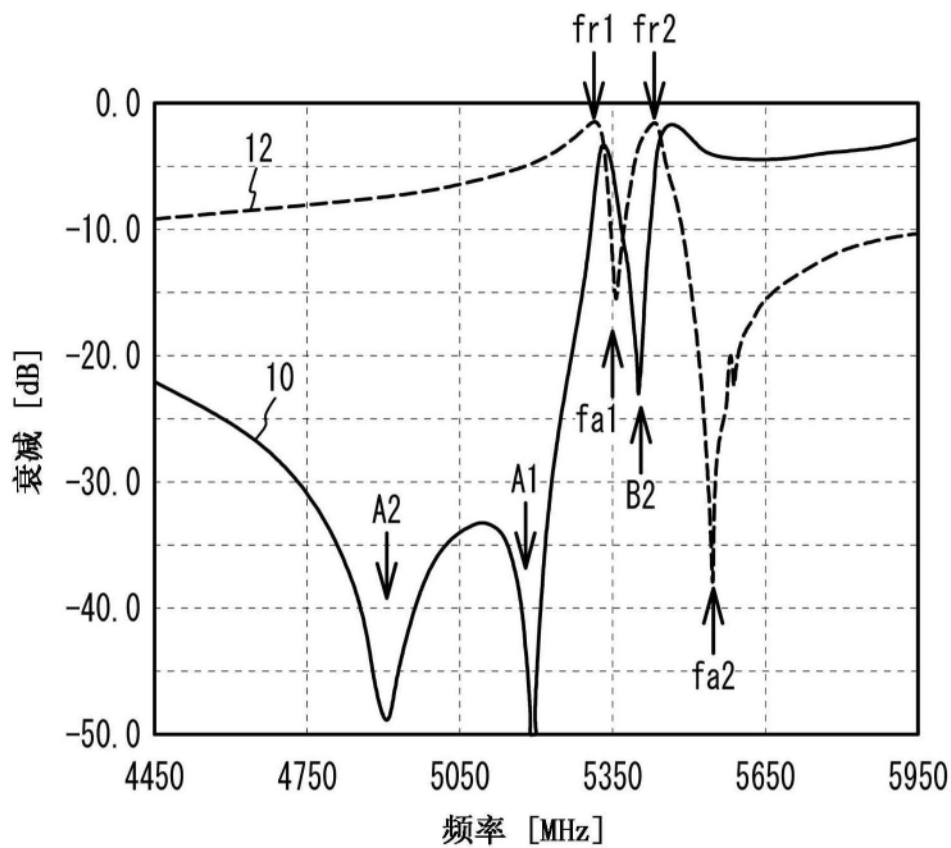


图6B

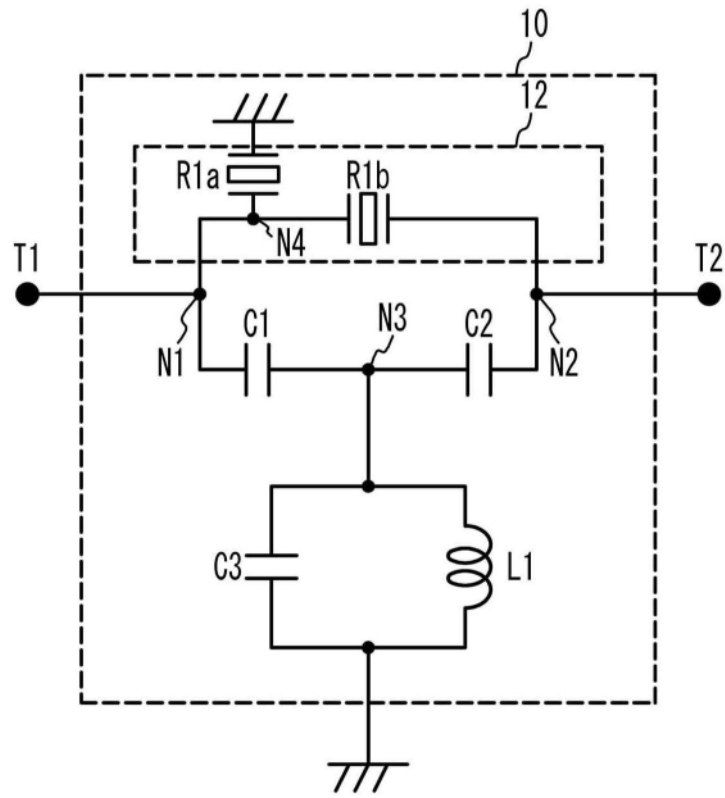


图7A

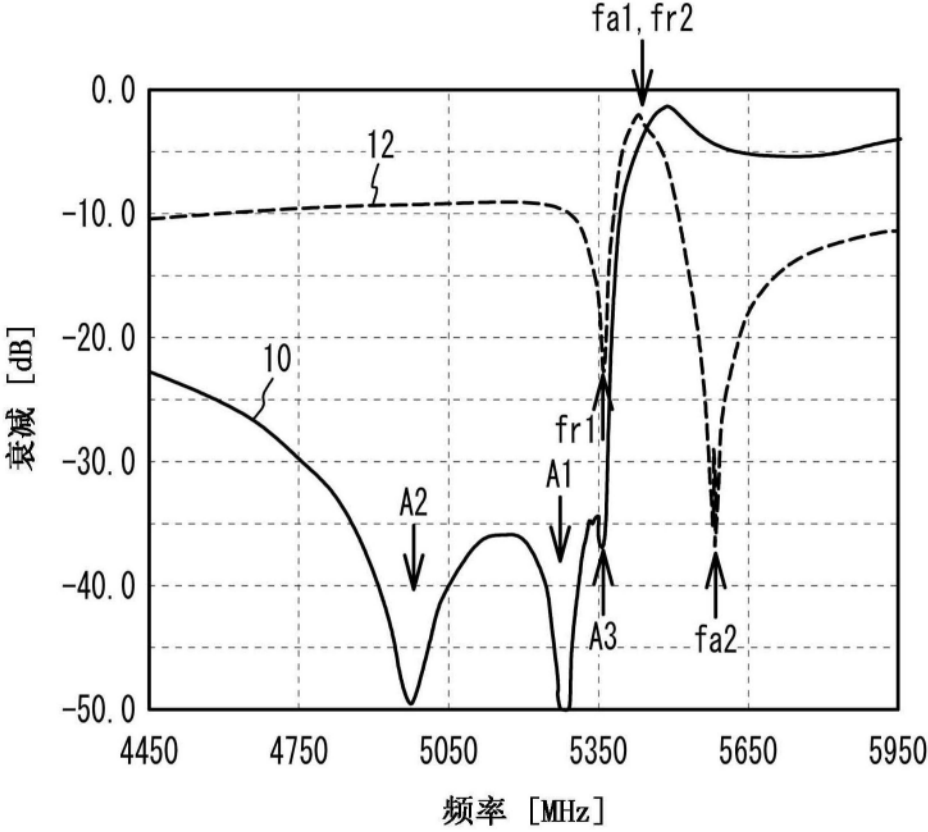


图7B

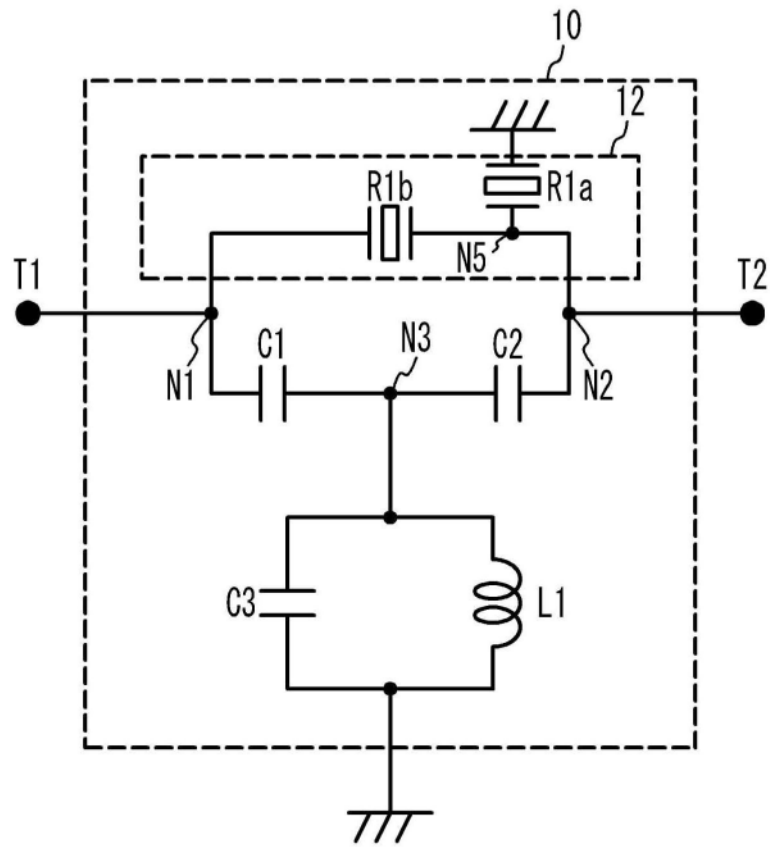


图8

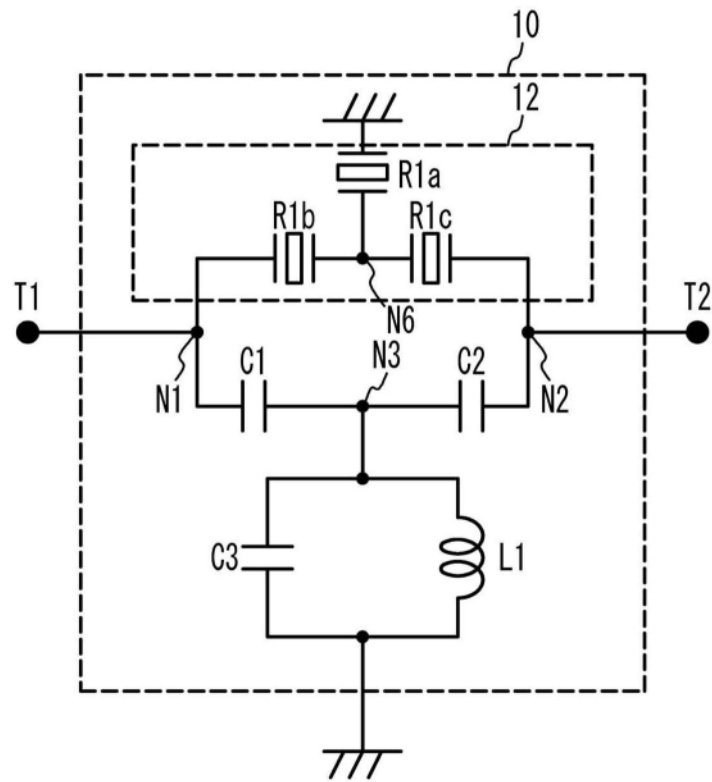


图9A

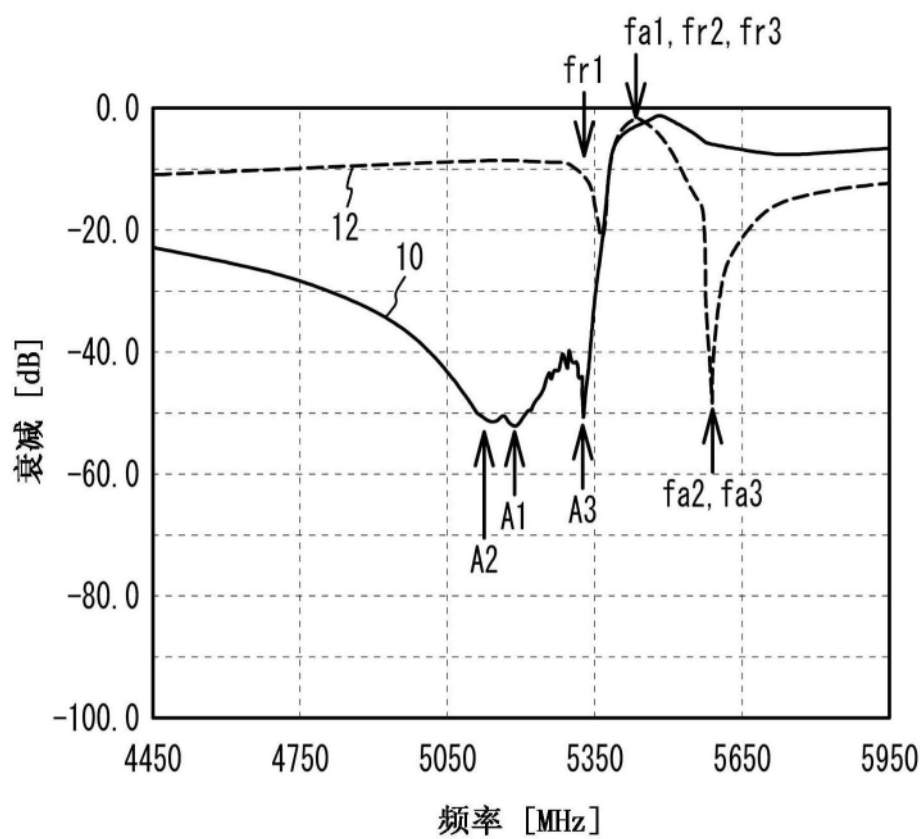


图9B

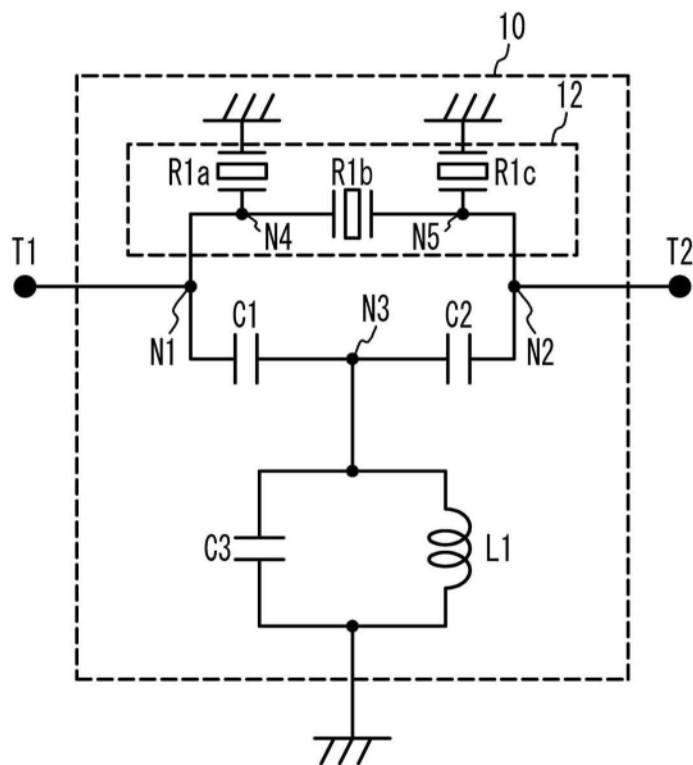


图10A

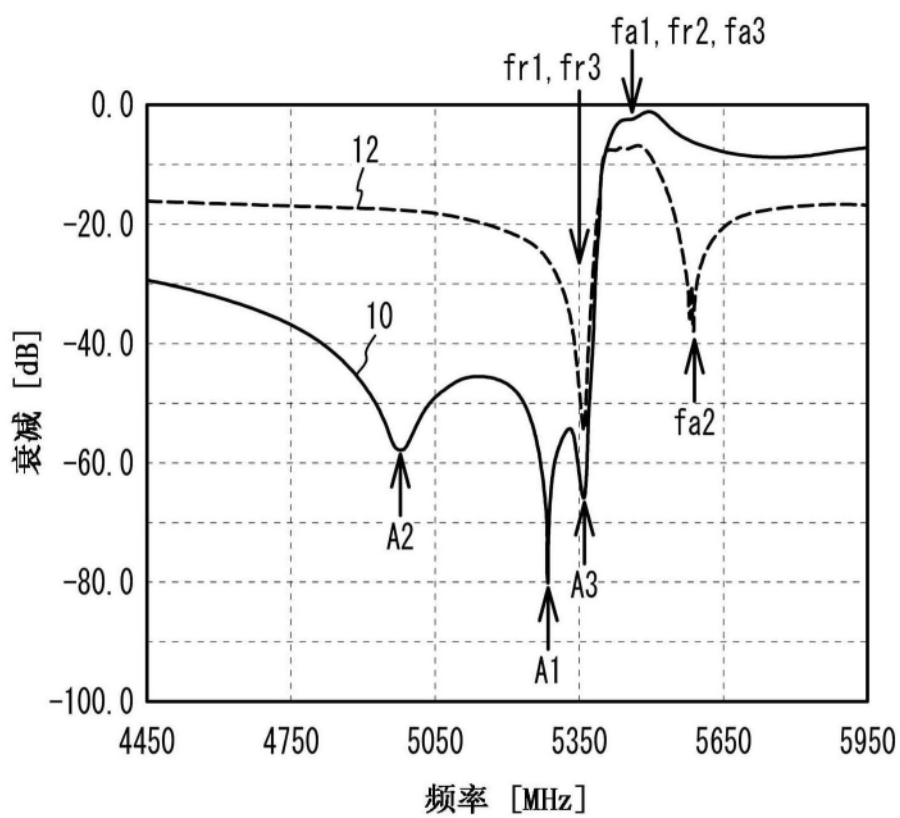


图10B

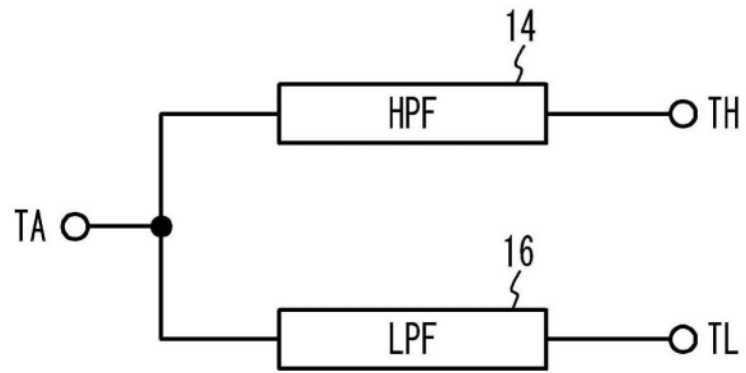


图11