



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117501624 A

(43) 申请公布日 2024. 02. 02

(21) 申请号 202280043010.6

(22) 申请日 2022.06.24

(30) 优先权数据

2021-111022 2021.07.02 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.12.15

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/025295 2022.06.24

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/276879 JA 2023.01.05

(71) 申请人 株式会社村田制作所

地址 日本京都府

(72) 发明人 立花真也

(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 5/02 (2006.01)

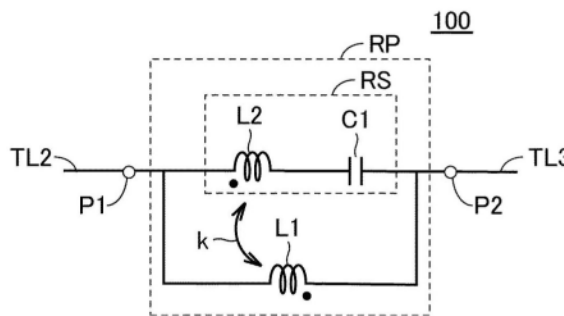
权利要求书2页 说明书14页 附图21页

(54) 发明名称

滤波器装置、天线装置以及天线模块

(57) 摘要

在根据本公开的另一个方面的滤波器装置(100)中,通带为第1频带( $f_1$ 频段),比第1频带( $f_1$ 频段)低的衰减带为第2频带( $f_2$ 频段)。滤波器装置(100)具备:第1端子(P1);第2端子(P2);第1电感器(L1),配置在第1端子(P1)与第2端子(P2)之间;以及LC串联谐振器(RS),与第1电感器(L1)并联地连接,包含第1电容器(C1)以及第2电感器(L2)。第1电感器(L1)和第2电感器(L2)相互磁耦合,第1电感器(L1)的电感比第2电感器(L2)的电感小。



1. 一种滤波器装置,通带为第1频带,比所述第1频带低的衰减带为第2频带,其中,所述滤波器装置具备:  
第1端子;  
第2端子;  
第1电感器,配置在所述第1端子与所述第2端子之间;以及  
LC串联谐振器,与所述第1电感器并联地连接,包含第1电容器以及第2电感器,所述第1电感器和所述第2电感器相互磁耦合,  
所述第1电感器的电感比所述第2电感器的电感小。
2. 根据权利要求1所述的滤波器装置,其中,  
所述第1电感器和所述第2电感器相互进行加极性耦合。
3. 根据权利要求1所述的滤波器装置,其中,  
还具备:层叠体,层叠了多个电介质层,  
所述滤波器装置形成为一个部件。
4. 根据权利要求3所述的滤波器装置,其中,  
形成在所述层叠体的至少一个层的所述第1电感器和形成在所述层叠体的至少一个层的所述第2电感器相邻地配置。
5. 根据权利要求1所述的滤波器装置,其中,  
所述第1端子和所述第1电感器的一端电连接,  
所述第1端子和所述第2电感器的一端电连接,  
在从所述第1端子侧流过电流时,在所述第1电感器产生的磁场的朝向和在所述第2电感器产生的磁场的朝向是相反的朝向。
6. 根据权利要求3所述的滤波器装置,其中,  
在俯视所述层叠体的情况下,所述第1电感器的开口和所述第2电感器的开口的至少一部分重叠。
7. 根据权利要求1或权利要求2所述的滤波器装置,其中,  
还具备:层叠体,层叠了多个电介质层,  
所述第1电感器包含配置于所述层叠体的第3电感器以及第4电感器,  
所述第2电感器包含配置于所述层叠体的第5电感器以及第6电感器,  
所述第1电容器包含配置于所述层叠体的第2电容器以及第3电容器,  
所述第3电感器和所述第4电感器相邻地配置。
8. 根据权利要求7所述的滤波器装置,其中,  
俯视所述层叠体的情况下的所述第3电感器的卷绕方向和所述第4电感器的卷绕方向是不同的方向。
9. 根据权利要求1所述的滤波器装置,其中,  
所述第1端子为输入端子,  
所述第2端子为输出端子,  
所述滤波器装置构成为一体化的部件。
10. 一种天线装置,具备权利要求1~权利要求9中的任一项所述的滤波器装置,其中,  
所述天线装置具备:

- 第1供电电路,供给高频信号;  
第1天线,能够辐射所述第1频带的高频;  
第1传输线路;  
第2传输线路,一端与所述第1传输线路连接,另一端与所述滤波器装置连接;以及  
第3传输线路,一端与所述滤波器装置连接,另一端与所述第1天线连接。
11. 根据权利要求10所述的天线装置,其中,  
所述第1天线能够辐射第3频带的高频,  
所述第3频带是比所述第2频带低的频带。
12. 根据权利要求10或权利要求11所述的天线装置,其中,  
所述第1传输线路的特性阻抗为 $50\Omega$ ,  
所述第2传输线路以及所述第3传输线路的特性阻抗不足 $50\Omega$ 。
13. 一种天线模块,具备权利要求10~权利要求12中的任一项所述的天线装置作为第1  
天线装置,其中,  
所述天线模块还具备第2天线装置,  
所述第2天线装置具备:  
第2供电电路,供给高频信号;以及  
第2天线,能够辐射所述第2频带的高频,  
所述第1频带是从所述第2频带起给定的范围内的频带。
14. 根据权利要求13所述的天线模块,其中,  
还具备:基板,能够搭载天线,  
所述第1天线和所述第2天线搭载于所述基板。

## 滤波器装置、天线装置以及天线模块

### 技术领域

[0001] 本公开涉及滤波器装置、天线装置以及天线模块,更特定地,涉及用于改善衰减带的陡峭性的技术。

### 背景技术

[0002] 在国际公开第2016/167171号(专利文献1)公开了如下的滤波器装置,即,相对于包含第1电感器以及第1电容器的串联电路,并联地连接有第2电感器。第1电感器和第2电感器在彼此相互增强磁通的方向上经由磁场进行耦合。

[0003] 在专利文献1中,第1电感器以及第2电感器的有效的电感由于磁场耦合而变大,因此第1电感器以及第2电感器的各个单体中的电感变小。由此,在专利文献1的滤波器装置中,能够使并联谐振器的电阻成分减少,并使Q值提高。

[0004] 在先技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:国际公开第2016/167171号

### 发明内容

[0007] 发明要解决的问题

[0008] 近年来,由于使用了各种各样的频带的高频,所以在滤波器装置中,有时将接近衰减带的频带作为通带。在通带与衰减带接近的情况下,在专利文献1所示的滤波器装置中,衰减带的陡峭性有时不充分。

[0009] 本公开是为了解决这样的问题而完成的,其目的在于,在高频信号下的滤波器装置中,改善衰减带的陡峭性,抑制在使与衰减带接近的频带的高频信号通过的情况下产生的损耗。

[0010] 用于解决问题的技术方案

[0011] 在根据本公开的另一个方面的滤波器装置中,通带为第1频带,比第1频带低的衰减带为第2频带。滤波器装置具备第1端子、第2端子、第1电感器、以及LC串联谐振器。第1电感器配置在第1端子与第2端子之间。LC串联谐振器与第1电感器并联地连接,包含第1电容器以及第2电感器。第1电感器和第2电感器相互磁耦合。第1电感器的电感比第2电感器的电感小。

[0012] 发明效果

[0013] 在根据本公开的滤波器装置中,在LC并联谐振器中,构成为第1电感器的电感比第2电感器的电感小。通过设为这样的结构,从而与第1电感器的电感比第2电感器的电感大的结构相比,能够改善衰减带的陡峭性,能够抑制在使与衰减带接近的频带的高频信号通过的情况下产生的损耗。

## 附图说明

- [0014] 图1是示出实施方式1中的天线装置的结构图。
- [0015] 图2是滤波器装置的等效电路图。
- [0016] 图3是对一般的LC并联谐振器的电抗特性进行说明的图。
- [0017] 图4是用于说明LC并联谐振器的谐振所需的电感性电抗的图。
- [0018] 图5是示出实施方式1中的滤波器装置的插入损耗以及比较例的滤波器装置的插入损耗的一个例子的图。
- [0019] 图6是图5所示的区域的纵轴放大图。
- [0020] 图7是示出实施方式1中的滤波器装置的插入损耗以及比较例的滤波器装置的插入损耗的一个例子的图。
- [0021] 图8是示出将LC并联谐振器并联连接的电路结构的图。
- [0022] 图9是实现图8所示的电路结构的滤波器装置的分解图。
- [0023] 图10是示出实施方式2中的天线模块的结构图。
- [0024] 图11是示出实施方式2中的天线装置和反射损耗和比较例的天线装置的反射损耗的一个例子的图。
- [0025] 图12是示出天线装置与天线装置之间的隔离度特性的图。
- [0026] 图13是示出天线装置的辐射效率的图。
- [0027] 图14是示出实施方式2中的LC并联谐振器的合成电抗特性的图。
- [0028] 图15是示出实施方式2中的滤波器装置的插入损耗的图。
- [0029] 图16是示出实施方式2中的天线的插入损耗的图。
- [0030] 图17是示出实施方式2的变形例中的天线装置的插入损耗以及比较例的天线装置的插入损耗的一个例子的图。
- [0031] 图18是示出实施方式2的变形例中的天线装置的辐射效率以及比较例的天线装置的辐射效率的一个例子的图。
- [0032] 图19是示出实施方式2的变形例中的天线装置与天线装置之间的隔离度特性的图。
- [0033] 图20是作为倒F型天线的天线模块的外观图。
- [0034] 图21是示出倒F型天线的情况下的天线的辐射效率的图。
- [0035] 图22是作为环形天线的天线模块的外观图。
- [0036] 图23是示出环形天线的情况下的天线的辐射效率的图。
- [0037] 图24是作为贴片天线的天线模块的外观图。
- [0038] 图25是示出贴片天线的情况下的天线的辐射效率的图。

## 具体实施方式

- [0039] 以下,参照附图对本公开的实施方案进行详细说明。另外,对图中相同或相应的部分标注相同的附图标记,不再重复其说明。
- [0040] [实施方式1]
- [0041] <天线装置的基本结构>
- [0042] 图1是示出实施方式1中的天线装置150的结构图。天线装置150包含供电电路

RF1、滤波器装置100、以及天线155。天线装置150例如搭载于便携式电话、智能电话或平板电脑等便携式终端、具备通信功能的个人计算机等通信装置。

[0043] 供电电路RF1将f1频段的频带的高频信号供给到天线155。天线155能够将从供电电路RF1供给的f1频段的高频信号作为电波而辐射到空气中。f1频段的频带例如为Wi-Fi(注册商标)的5GHz频段(5.15-5.7GHz)。天线155例如为单极天线。

[0044] 滤波器装置100是妨碍特定的频带的高频信号的通过并使其衰减的陷波滤波器。滤波器装置100也被称为带阻滤波器。实施方式1中的滤波器装置100构成为使f2频段的频带的高频信号衰减。f2频段的频带是包含5G-NR(New Radio,新空口)的n77(3.3-4.2GHz)、n78(3.3-3.8GHz)的频带。f1频段和f2频段是接近的频带。关于频带是否接近,例如,使用带宽和相对于该带宽的中心频率来确定。例如,在f1频段的频率端和f2频段的频率端的带宽与中心频率相对于该带宽之比处于给定的范围内的情况下,判断为f1频段和f2频段接近。另外,也可以通过其它的方法来确定频带是否接近。在滤波器装置100中,f1频段为通带,f2频段为衰减带。

[0045] 天线装置150包含传输线路TL1、TL2、TL3。传输线路TL1和传输线路TL2在连接点SP处电连接。传输线路TL1(第1传输线路)是从连接点SP到供电电路RF1或者配置在供电电路RF1侧的其它结构为止的传输线路。即,传输线路TL1的一端与供电电路RF1或者配置在供电电路RF1侧的其它结构连接,传输线路TL1的另一端在连接点SP处与传输线路TL2(第2传输线路)连接。

[0046] 传输线路TL2是从连接点SP到滤波器装置100为止的传输线路。即,传输线路TL2的一端在连接点SP处与传输线路TL1连接,传输线路TL2的另一端与滤波器装置100连接。传输线路TL3(第3传输线路)是从滤波器装置100到天线155为止的传输线路。即,传输线路TL3的一端与滤波器装置100连接,传输线路TL3的另一端与天线155连接。在图1中,对滤波器装置100与天线155连接的例子进行了说明,但是滤波器装置100也可以与功率放大器等连接。

[0047] <滤波器装置100的等效电路图>

[0048] 图2是滤波器装置100的等效电路图。端子P1是用于将滤波器装置100与传输线路TL2连接的端子。端子P2是用于将滤波器装置100与天线155侧的传输线路TL3连接的端子。

[0049] 在供电电路RF1经由滤波器装置100将高频信号供给到天线155的情况下,端子P1成为输入端子,端子P2成为输出端子。在天线155接收到的高频信号经由滤波器装置100传递到供电电路RF1侧的电路的情况下,端子P1成为输出端子,端子P2成为输入端子。滤波器装置100不具有接地电极,构成为一体化的部件。

[0050] 滤波器装置100具备电感器L1、电感器L2和电容器C1。LC串联谐振器RS是通过将电感器L2和电容器C1串联连接而形成的LC串联谐振器。LC串联谐振器RS配置在端子P1与端子P2之间。

[0051] 电感器L1与LC串联谐振器RS并联地连接。即,电感器L1也配置在端子P1与端子P2之间。LC并联谐振器RP是通过将电感器L1和LC串联谐振器RS并联连接而形成的LC并联谐振器。

[0052] 电感器L1和电感器L2在彼此相互增强磁通的方向上进行磁耦合。由此,相对于电感器L1和电感器L2,产生互感M。电感器L1和电感器L2的磁耦合是加极性耦合。即,在从图2中的端子P1朝向端子P2流过电流时,在电感器L1产生的磁场的方向和在电感器L2产生的磁

场的方向相反。在实施方式1的滤波器装置100中,电感器L1的电感比电感器L2的电感小。滤波器装置100利用图2所示的LC并联谐振器RP以及LC串联谐振器RS,不使谐振的频带的高频信号通过而使其衰减。另外,在LC串联谐振器RS中,电感器L2的配置和电容器C1的配置也可以相反。此外,滤波器装置100也可以包含使阻抗匹配的电路、开关等其它结构。

[0053] <关于一般的LC并联谐振器的电抗特性>

[0054] 接下来,利用一般的LC并联谐振器的例子对用于改善实施方式1中的LC并联谐振器RP的陡峭性的方法进行说明。所谓一般的LC并联谐振器,不是指如图2所示的包含LC串联谐振器RS的LC并联谐振器RP,而是意味着仅并联地连接了电感器以及电容器的结构的LC并联谐振器。

[0055] 图3是对一般的LC并联谐振器300M、N的电抗特性进行说明的图。在图3中,示出了表示两个LC并联谐振器300M以及LC并联谐振器300N中的电抗的线LnM1、LnM2、LnN1、LnN2。横轴示出高频信号的频率,纵轴示出LC并联谐振器的电抗的值。

[0056] LC并联谐振器300M和LC并联谐振器300N是并联地连接了电感器和电容器的一般的LC并联谐振器的一个例子,构成为LC并联谐振器300M和LC并联谐振器300N各自具有的电感器的电感的值以及电容器的电容的值不同。

[0057] 具体地,LC并联谐振器300N的电感器的电感为1nH,电容器的电容为3pF。LC并联谐振器300M的电感器的电感为3nH,电容器的电容为1pF。线LnN1以及线LnN2示出LC并联谐振器300N的电抗。线LnM1以及线LnM2示出LC并联谐振器300M的电抗。

[0058] 在线LnN1的绝对值收敛于无限大的频率与线LnN2的绝对值收敛于无限大的频率之间的频带中,LC并联谐振器300N进行谐振。由此,该频带成为LC并联谐振器300N中的衰减带d2。同样地,在线LnM1的绝对值收敛于无限大的频率与线LnM2的绝对值收敛于无限大的频率之间的频带中,LC并联谐振器300M进行谐振。由此,该频带成为LC并联谐振器300M中的衰减带d1。LC并联谐振器300M、300N构成为衰减带d1以及衰减带d2包含于f2频段的频带。

[0059] 如图3所示,与LC并联谐振器300M相比,电感器的电感小的LC并联谐振器300N的衰减带d2变得比LC并联谐振器300M的衰减带d1窄。即,在并联地连接了电感器和电容器的一般的LC并联谐振器中,通过减小并联连接的电感器的电感,从而衰减带窄带化,可改善陡峭性。

[0060] 图2所示的LC并联谐振器RP中的电感器L1与利用图3说明的一般的LC并联谐振器300M、N中的电感器对应。即,在具有图2所示的等效电路的结构的滤波器装置100中,通过减小与一般的LC并联谐振器的电感器对应的电感器L1,从而能够使滤波器装置100的衰减带窄带化。

[0061] <关于LC并联谐振器RP中的谐振频率>

[0062] 接下来,对为了进一步改善实施方式1中的LC并联谐振器RP的陡峭性而减小LC并联谐振器RP中的电感器L1的电感的方法进行说明。

[0063] 图4是用于说明LC并联谐振器RP的谐振所需的电感性电抗的图。横轴示出高频信号的频率,纵轴示出电抗的值。滤波器装置100是具有图2所示的等效电路的滤波器装置的一个例子。如图2所示,在滤波器装置100中,在电感器L1与电感器L2之间进行加极性的磁耦合。另一方面,比较例的滤波器装置100Q是在电感器L1与电感器L2之间不进行磁耦合的滤波器装置。滤波器装置100Q除了在电感器L1与电感器L2之间不进行磁耦合这一点以外,具

有与滤波器装置100相同的结构。

[0064] 线LnP示出滤波器装置100中的LC串联谐振器RS的电容性电抗。线LnQ示出滤波器装置100Q中的LC串联谐振器RS的电容性电抗。如图4的f2频段所示,滤波器装置100中的LC串联谐振器RS的电容性电抗rc3变得比滤波器装置100Q中的LC串联谐振器RS的电容性电抗rc4高。这是因为,通过电感器L1和电感器L2的磁耦合,产生了与耦合系数k相应的互感M。

[0065] 此外,如图4的线LnP、LnQ所示,在f1频段中,滤波器装置100以及滤波器装置100Q中的LC串联谐振器RS的电容性电抗的值均成为0。即,属于f1频段的频率的高频信号通过滤波器装置100以及滤波器装置100Q中的LC串联谐振器RS。由此,滤波器装置100以及滤波器装置100Q能够使作为通带的f1频段的高频信号通过。

[0066] 虚线LnQp示出滤波器装置100Q中的电感器L1的电感性电抗。在滤波器装置100Q中,为了使LC并联谐振器RP在f2频段谐振,电感器L1的电感性电抗的值需要成为图4所示的电感性电抗rc1。即,电感性电抗rc1的绝对值成为与电容性电抗rc4的绝对值相同的值。

[0067] 虚线LnPp示出滤波器装置100的电感器L1的电感性电抗。在滤波器装置100中,为了使LC并联谐振器RP在f2频段谐振,电感器L1的电感性电抗的值需要成为图4所示的电感性电抗rc2。即,电感性电抗rc2的绝对值成为与电容性电抗rc3的绝对值相同的值。像这样,在滤波器装置100中,使LC并联谐振器RP谐振所需的电感性电抗rc2变得比电感性电抗rc1小。这是因为,产生了互感M,其结果是,电容性电抗rc3变得比电容性电抗rc4高。

[0068] 进而,在滤波器装置100中,对于电感性电抗rc2自身,也在电感器L1的电感追加互感M,因此电感器L1的值降低。像这样,在滤波器装置100中,电感器L1和电感器L2进行加极性的磁耦合,由此与滤波器装置100Q相比较,能够减小电感器L1的电感。由此,像利用图2说明的那样,能够使衰减带窄带化,能够改善滤波器装置100的衰减带的陡峭性。另外,在滤波器装置100中,如果电感器L1的电感比电感器L2的电感小,则也可以不进行加极性耦合而进行减极性的磁耦合。

[0069] <仿真结果>

[0070] 图5是示出实施方式1中的滤波器装置100的插入损耗以及比较例的滤波器装置100Z1、100Z2的插入损耗的一个例子的图。在图5中,示出了表示实施方式1涉及的滤波器装置100以及比较例的滤波器装置100Z1、100Z2的插入损耗的线Ln1~Ln3。横轴示出高频信号的频率,纵轴示出高频信号的插入损耗。在此,所谓插入损耗,是输出的功率相对于输入到滤波器装置100的功率之比。如果插入损耗大,则高频信号不易通过滤波器装置,如果插入损耗小,则高频信号容易通过滤波器装置。

[0071] 线Ln1示出实施方式1中的滤波器装置100的插入损耗的波形。线Ln2示出比较例中的滤波器装置100Z1的插入损耗的波形。线Ln3示出比较例中的滤波器装置100Z2的插入损耗的波形。

[0072] 以下,对图5中的滤波器装置100、滤波器装置100Z1、滤波器装置100Z2的差异进行说明。滤波器装置100、滤波器装置100Z1、滤波器装置100Z2各自是具有与图2所示的LC并联谐振器RP同样的结构的滤波器装置的一个例子,在以下所示的方面有所不同。

[0073] 在实施方式1的滤波器装置100中,电感器L1的电感为0.775nH,电感器L2的电感为0.997nH,电容器C1的电容为0.885pF,电感器L1和电感器L2进行加极性的磁耦合。

[0074] 在比较例的滤波器装置100Z1中,电感器L1的电感为1.195nH,电感器L2的电感为

1.417nH,电容器C1的电容为0.885pF,电感器L1和电感器L2进行减极性的磁耦合。

[0075] 在比较例的滤波器装置100Z2中,电感器L1的电感为0.997nH,电感器L2的电感为0.775nH,电容器C1的电容为0.885pF,电感器L1和电感器L2进行加极性的磁耦合。

[0076] 即,比较例的滤波器装置100Z1与实施方式1的滤波器装置100的不同点在于,电感器L1和电感器L2的磁耦合为减极性耦合。此外,比较例的滤波器装置100Z2与实施方式1的滤波器装置100的不同点在于,电感器L1的电感比电感器L2的电感大。

[0077] 另外,在实施方式1的滤波器装置100中,电感器L1、L2的电感以及电容器C1的电容并不限于上述的值。此外,各滤波器装置的电感器L1、L2的电感的值以及电容器C1的电容的值包含寄生电容、寄生电感。

[0078] 各线Ln1~Ln3所衰减的频率为频率F2。即,频率F2为LC并联谐振器RP的谐振频率。此外,频率F2是属于作为衰减带的f2频段的频率。因此,如图5所示,在滤波器装置100、100Z1、100Z2中的任一滤波器装置中,f2频段的频率F2下的插入损耗均变得最大。另一方面,频率F1是属于作为通带的f1频段的频率。以下,利用图6对滤波器装置100、100Z1、100Z2中的属于f1频段的频率的插入损耗进行说明。另外,以下,频率F2作为属于f2频段的任意的频率来处理,频率F1作为属于f1频段的任意的频率来处理。即,频率F2只要是属于f2频段的频率即可,频率F1只要是属于f1频段的频率即可。

[0079] 图6是图5所示的区域Rg1的纵轴放大图。在图6中,示出了将图5所示的区域Rg1的纵轴(插入损耗)方向放大的了的波形。为了使各线Ln1~Ln3的差异容易理解,图6中的横轴(频率)方向的比率与图5相同,仅纵轴(插入损耗)方向的比率被放大。

[0080] 如图6所示,关于频率F1的高频信号通过的情况下的插入损耗,在线LN1中为0.418dB,在线LN2中为0.468dB,在线LN3中为0.773dB。在实施方式1中的滤波器装置100、比较例中的滤波器装置100Z1、100Z2之中,实施方式1中的滤波器装置100的插入损耗最小。即,实施方式1中的滤波器装置100与滤波器装置100Z1、Z2同样地将f2频段作为衰减带,另一方面,与滤波器装置100Z1、Z2相比,最容易使属于作为通带的f1频段的频率F1的高频信号通过。

[0081] 像这样,在实施方式1的滤波器装置100中,电感器L1的电感比电感器L2的电感小,由此可改善衰减带的陡峭性,与比较例相比,能够减小与作为衰减带的f2频段接近的通带的f1频段的插入损耗。即,在实施方式1的滤波器装置100中,能够抑制在使f1频段的高频信号通过的情况下产生的损耗。

[0082] 进而,在实施方式1的滤波器装置100中,电感器L1和电感器L2进行加极性耦合,由此能够进一步减小电感器L1的电感,因此能够进一步改善衰减带的陡峭性。

[0083] <关于传输线路的特性阻抗>

[0084] 接下来,对通过调整传输线路的特性阻抗来调整滤波器装置100的插入损耗的例子进行说明。图7是示出实施方式1中的滤波器装置100的插入损耗以及比较例的滤波器装置Z3的插入损耗的一个例子的图。

[0085] 如图1所示,传输线路TL1的特性阻抗为50Ω。此外,传输线路TL2以及传输线路TL3的特性阻抗为5Ω。在图7中,示出了表示实施方式1涉及的滤波器装置100以及比较例的滤波器装置的插入损耗的线Ln4、Ln5。横轴示出高频信号的频率,纵轴示出高频信号的插入损耗。在图7中,滤波器装置100以及滤波器装置100Z3的LC并联谐振器RP被调整为谐振频率F2

成为4.35GHz。

[0086] 线Ln4示出实施方式1中的滤波器装置100的插入损耗的波形。线Ln5示出比较例中的滤波器装置100Z3的插入损耗的波形。滤波器装置100、滤波器装置100Z3是具有相同的结构的滤波器装置,滤波器装置100Z3与50Ω的传输线路TL2和50Ω的传输线路TL3连接。另一方面,如图1所示,滤波器装置100连接在5Ω的传输线路TL2与5Ω的传输线路TL3之间。

[0087] 像这样,在实施方式1的滤波器装置100中,通过与特性阻抗比50Ω低的传输线路TL1、TL2连接,从而使传输线路的特性阻抗和滤波器装置100的特性阻抗的比率变大,能够使插入损耗增大。由此,如图7所示,插入损耗增大,可改善包含频率F2的衰减带。另外,传输线路TL2以及传输线路TL3的特性阻抗只要是不足50Ω的值即可,也可以是其它的值。

[0088] <电路结构的一个例子>

[0089] 接下来,利用图8以及图9对将实施方式1中的滤波器装置100形成为一体化的元件的例子进行说明。图8是示出将LC并联谐振器RP并联连接的电路结构的图。图9是形成为一体化的元件的滤波器装置100的分解图。

[0090] 在图8中,示出了通过将图2所示的LC并联谐振器RP并联地连接而实现图2所示的等效电路的电路结构的滤波器装置100。图8中的电感器L1a以及电感器L1b作为图2中的电感器L1发挥作用。此外,图8中的电感器L2a以及电感器L2b作为图2中的电感器L2发挥作用。此外,图8中的电容器C1a以及电容器C1b作为图2中的电容器C1发挥作用。电感器L2a和电感器L1a进行加极性的磁耦合。此外,电感器L2b和电感器L1b进行加极性的磁耦合。

[0091] 即,在通过图8所示的电路结构来实现图2所示的等效电路的情况下,图2所示的电感器L1包含配置于层叠体的电感器L1a(第3电感器)以及电感器L1b(第4电感器)。此外,图2所示的电感器L2包含配置于层叠体的电感器L2a(第5电感器)以及电感器L2b(第6电感器)。进而,图2所示的电容器C1包含配置于层叠体的电容器C1a以及电容器C1b。像这样,通过将图2所示的LC并联谐振器RP并联连接,从而能够进一步减小电感器L1的电感。以下,利用图9对进一步减小电感器L1的电感的情形进行说明。

[0092] 如图9所示,滤波器装置100重叠10片电介质层Ly1~Ly10而构成。即,滤波器装置100具备层叠了电介质层Ly1~Ly10的层叠体。在图9中,示出了俯视了各电介质层Ly1~Ly10中的每一个的状态。在各电介质层中,用斜线示出的区域意味着传递高频信号的电极,圆形状意味着对各电介质层间进行连接的过孔的端部。

[0093] 在电介质层Ly3、Ly5、Ly6、Ly8分别设置有端子in1、in2、in3、in4。端子in1、in2、in3、in4各自与图8中的端子P1连接。在电介质层Ly2、Ly4、Ly7、Ly9分别设置有端子out1、out2、out3、out4。端子out1、out2、out3、out4各自与图8中的端子P2连接。

[0094] 如图9所示,电介质层Ly1、电介质层Ly2和电介质层Ly3所包含的绕组形状的电极形成电感器L2a。电介质层Ly1、电介质层Ly2、电介质层Ly3和电介质层Ly4包含的平板形状的电极形成电容器C1a。电介质层Ly4和电介质层Ly5包含的绕组形状的电极形成电感器L1a。

[0095] 电介质层Ly6和电介质层Ly7包含的绕组形状的电极形成电感器L1b。电介质层Ly8、电介质层Ly9和电介质层Ly10包含的绕组形状的电极形成电感器L2b。电介质层Ly7、电介质层Ly8、电介质层Ly9和电介质层Ly10包含的平板形状的电极形成电容器C1b。由此,图9所示的滤波器装置100所具备的层叠体实现图8所示的电路结构。

[0096] 像利用图3说明的那样,通过减小电感器L1的电感,从而可改善衰减带的陡峭性。此外,像利用图4说明的那样,电感器L1和电感器L2进行加极性的磁耦合。由此,产生互感M,电感器L1的电感变得更小。

[0097] 如果增大图9所示的电感器L1a以及电感器L2a的开口面(截面积),则由电感器L1a和电感器L2a间的加极性的磁耦合造成的互感M增大。然而,如果增大电感器L1a的截面积,则电感器L1a自身的电感也会增大。因此,如图9所示,电感器L1a和电感器L1b并联地配置。具体地,电感器L1a由电介质层Ly4、Ly5的电极形成,电感器L1b由与电介质层Ly4、Ly5相邻的电介质层Ly6、Ly7的电极形成。由此,在图9所示的滤波器装置100中,能够在不使由电感器L1a和电感器L1b合成的电感增大的情况下使由电感器L1a与电感器L2a之间的加极性的磁耦合造成的互感M增大。

[0098] 接下来,着眼于电感器L1a和电感器L1b的磁耦合。通过电感器L1a和电感器L1b进行磁耦合,从而电感器L1a以及电感器L1b的电感能够增大。

[0099] 图9的滤波器装置100构成为电感器L1a的卷绕方向和电感器L1b的卷绕方向是不同的方向。具体地,像作为箭头Ar1示出的那样,电介质层Ly5的绕组状的电极从端子in2向逆时针方向旋绕。然后,电介质层Ly5的绕组状的电极经由过孔与电介质层Ly4的绕组状的电极连接。像作为箭头Ar2示出的那样,电介质层Ly4的绕组状的电极从过孔的端部进一步向逆时针方向旋绕。即,像作为箭头Ar1以及箭头Ar2示出的那样,平面了层叠体的情况下的电感器L1a的卷绕方向成为逆时针方向(左旋)。

[0100] 另一方面,像作为箭头Ar3示出的那样,电介质层Ly6的绕组状的电极从端子in3向顺时针方向旋绕。然后,电介质层Ly6的绕组状的电极经由过孔与电介质层Ly7的绕组状的电极连接。像作为箭头Ar4示出的那样,电介质层Ly7的绕组状的电极从过孔的端部进一步向顺时针方向旋绕。即,像作为箭头Ar3以及箭头Ar4示出的那样,平面了层叠体的情况下的电感器L1b的卷绕方向成为顺时针方向(右旋)。

[0101] 像这样,在图9所示的滤波器装置100中,电感器L1a和电感器L1b的卷绕方向是相反的旋转,使俯视的情况下的电感器L1a和电感器L1b的重叠减少。由此,在图9所示的滤波器装置100中,在电感器L1a与电感器L1b之间使磁耦合降低,能够在防止电感器L1a以及电感器L1b的电感增大的同时将电感器L1a和电感器L1b配置在相邻的电介质层。

[0102] 进而,在俯视的情况下,层叠体Ly3中的形成电感器L2a的绕组与层叠体Ly4中的形成电感器L1a的绕组重叠的面积比层叠体Ly5中的形成电感器L1a的绕组与层叠体Ly3中的形成电感器L2a的绕组重叠的面积大。由此,能够使电感器L2a与电感器L1a之间的磁耦合的耦合系数增大,能够进一步减小电感器L1a的电感。同样地,能够使电感器L2b与电感器L1b之间的磁耦合的耦合系数增大,能够进一步减小电感器L1b的电感。

[0103] 此外,如图9所示,在层叠体Ly1~Ly10中,电感器L1a、L1b、L2a、L2b配置为在俯视层叠体Ly1~Ly10的情况下与电容器C1a、C1b不重叠。由此,不会遮挡由电感器L1a和电感器L2a的磁耦合产生的磁通、以及由电感器L1b和电感器L2b的磁耦合产生的磁通,能够提高耦合系数,能够防止L1a以及L1b的电感增大。

[0104] 另外,实施方式1的滤波器装置100也可以是具有图9中的层叠体的电介质层Ly1~Ly5或者Ly6~Ly10中的任一者的结构。

[0105] [实施方式2]

[0106] 在上述的实施方式1中,对具有天线155的天线装置150进行了说明。在实施方式2中,对除了实施方式1中的天线装置150以外还具备天线装置160的天线模块200进行说明。另外,在实施方式2的天线模块200中,对于与实施方式1的天线装置150重复的结构,不再重复说明。

[0107] <天线模块的基本结构>

[0108] 图10是示出实施方式2中的天线模块200的结构的图。天线模块200包含天线装置150以及天线装置160。天线装置160包含供电电路RF2和天线165。天线模块200例如搭载于便携式电话、智能电话或平板电脑等便携式终端、具备通信功能的个人计算机等通信装置。

[0109] 供电电路RF1将f1频段以及f3频段的频带的高频信号供给到天线155。天线155能够将将从供电电路RF1供给的f1频段以及f3频段的高频信号作为电波而辐射到空气中。f1频段的频带例如为Wi-Fi的5GHz频段(5.15-5.7GHz)。f3频段的频带例如为Wi-Fi的2GHz频段(2.4-2.48GHz)。

[0110] 实施方式2中的滤波器装置100构成为使f2频段的频带的高频信号衰减。f2频段的频带例如为5G-NR的n77(3.3-4.2GHz)等频带。f2频段并非仅限于n77(3.3-4.2GHz),也可以是除n77以外还包含n78(3.3-3.8GHz)、n79(4.4-4.9GHz)的频带。

[0111] 在实施方式2中的滤波器装置100中,f1频段以及f3频段为通带,f2频段为衰减带。f2频段是f1频段与f3频段之间的频带。f2频段的频带比f1频段的频带低。此外,f3频段的频带比f2频段的频带低。

[0112] 即,在f1频段、f2频段、以及f3频段之中,f1频段是最高的频带,f3频段是最低的频带。另外,f1频段、f2频段、f3频段的关系性只要是按f1频段、f2频段、f3频段的顺序变低的关系性即可,f1频段、f2频段、以及f3频段各自也可以是其它频带。实施方式2中的滤波器装置100的LC并联谐振器RP的谐振频率F2被调整为成为处于实施方式2中的f2频段的中央值附近的3.8GHz。

[0113] 供电电路RF2将f2频段的频带的高频信号供给到天线165。天线165能够将将从供电电路RF2供给的f2频段的高频信号作为电波而辐射到空气中。

[0114] 在天线装置150中,从设置在同一天线模块200内的天线装置160辐射的f2频段的高频信号有可能成为噪声。因此,滤波器装置100为了如下目的而设置,即,通过使由并联谐振造成的插入损耗增大,从而除去在天线装置150中有可能成为噪声的f2频段的高频信号。

[0115] 天线155以及天线165搭载在同一基板170。另外,虽然在图10中,天线155以及天线165设置在同一基板170,但是只要设置在同一天线模块200内即可,也可以设置在不同的基板。此外,在实施方式2中,供电电路RF1也可以不供给f3频段的高频信号而仅供给f1频段的高频信号。

[0116] 图11是示出实施方式2中的天线装置150和反射损耗和比较例的天线装置150Z的反射损耗的一个例子的图。横轴示出高频信号的频率,纵轴示出高频信号的反射损耗。在此,所谓反射损耗,表示被反射的功率相对于从天线装置150的供电电路RF1供给的功率之比。即,若从天线辐射功率,则反射损耗也变大。

[0117] 线Ln6示出实施方式2中的天线装置150的反射损耗的波形。线Ln7示出比较例中的天线装置150Z的反射损耗的波形。天线装置150Z具有从图10所示的天线装置150除了滤波器装置100的结构。即,实施方式2的天线装置150和比较例的天线装置150Z的不同点在

于,是否具备滤波器装置100。

[0118] 如图11所示,在通带的 $f_1$ 频段包含的频率 $F_1$ 处,与比较例的天线装置150Z相比较,具备滤波器装置100的实施方式2的天线装置150的反射损耗变大。即,通过具备滤波器装置100,从而与比较例的天线装置150Z相比,天线装置150的天线特性提高。此外,线Ln7以及线Ln6均在频率 $F_1$ 处衰减。即,在天线装置150与天线装置150Z之间,不会由于滤波器装置100具有的串联谐振而在阻抗的频率产生偏离,能够保持匹配。换言之,阻抗的匹配不会根据是否具备滤波器装置100而劣化。因此,在实施方式2的天线模块200中,能够在不对阻抗的劣化重新进行匹配的情况下将滤波器装置100搭载于天线装置150。

[0119] 图12是示出天线装置150与天线装置160之间的隔离度特性的图。横轴示出高频信号的频率,纵轴示出高频信号的隔离度。即,所谓隔离度,是天线装置160的供电电路RF2经由天线接收到的功率相对于从天线装置150的供电电路RF1输入的功率之比。

[0120] 线Ln8示出实施方式2中的天线模块200的天线装置150与天线装置160之间的隔离度。线Ln9示出比较例中的天线模块200Z的天线装置150与天线装置160之间的隔离度。

[0121] 天线模块200Z具有从图10的天线模块200除去了滤波器装置100的结构。即,实施方式2的天线模块200和比较例的天线模块200Z的不同点在于,是否具备滤波器装置100。

[0122] 如图12所示,在 $f_2$ 频段的频率 $F_2$ 处,与比较例的天线模块200Z相比,在实施方式2的天线模块200中,隔离度变大了15dB以上。即,在实施方式2中,滤波器装置100使 $f_2$ 频段的频率衰减,由此与比较例相比改善了天线装置150和天线装置160的隔离度。

[0123] 图13是示出天线装置160的辐射效率的图。横轴示出高频信号的频率,纵轴示出天线装置160的辐射效率。线Ln10示出实施方式2中的天线模块200的天线装置160的辐射效率。线Ln11示出比较例中的天线模块200Z的天线装置160的辐射效率。在此,所谓辐射效率,意味着从天线辐射的功率相对于从供电电路供给的功率之比。即,在图13中,越是曲线图上部,相对于相同的供给功率,从天线辐射的功率变得越大。

[0124] 如图13所示,在 $f_2$ 频段包含的频率 $F_2$ 处,实施方式2的天线模块200与比较例的天线模块200Z相比,辐射效率改善了大约4.5dB的量。即,在实施方式2中,通过在天线装置150中具备滤波器装置100,从而与比较例相比能够改善天线装置160的辐射效率。

[0125] <与滤波器装置100Z2的比较>

[0126] 在图14~图16中,对在天线模块200中应用了实施方式2中的滤波器装置100的情况和应用了在上述中说明的比较例的滤波器装置100Z2的情况的比较进行说明。

[0127] 比较例的滤波器装置100Z2与实施方式2的滤波器装置100的不同点在于,电感器L1的电感比电感器L2的电感大。

[0128] 图14是示出实施方式2中的LC并联谐振器RP的合成电抗特性的图。在图14中,横轴示出高频信号的频率,纵轴示出LC并联谐振器RP的合成电抗的值。

[0129] 线Ln15示出实施方式2中的滤波器装置100的LC并联谐振器RP的合成电抗的值。线Ln14示出应用了比较例的滤波器装置100Z2的情况下的滤波器装置100Z2中的LC并联谐振器RP的合成电抗的值。

[0130] 如图14所示,与比较例相比,在电感器L1的电感比电感器L2的电感小的滤波器装置100中,作为通带的 $f_1$ 频段的频率 $F_1$ 以及 $f_3$ 频段的频率 $F_3$ 处的合成电抗的值变小。由此,与滤波器装置100Z2相比,通带包含的频率 $F_1$ 、 $F_3$ 的高频信号变得更容易通过滤波器装置

100。以下,频率F3作为属于f3频段的任意的频率来处理。即,频率F3只要是属于f3频段的频率即可。

[0131] 图15是示出实施方式2中的滤波器装置100的插入损耗的图。线Ln13示出实施方式2中的天线模块200的滤波器装置100的插入损耗。线Ln14示出将比较例中的滤波器装置100Z2应用于实施方式2的情况下的滤波器装置100Z2的插入损耗。

[0132] 像利用图14说明的那样,在作为通带的f1频段的频率F1以及f3频段的频率F3处合成电抗变小,因此如图15所示,频率F1以及频率F3处的实施方式2中的滤波器装置100的插入损耗变得小于比较例的滤波器装置100Z2的插入损耗。

[0133] 即,在实施方式2中的滤波器装置100中,电感器L1的电感比电感器L2的电感小,由此与比较例相比变得更容易使与衰减带接近的通带的频率F1、F3的高频信号通过。

[0134] 在实施方式2中的滤波器装置100中,通过将LC并联谐振器RP的谐振频率设为f2频段包含的频率F2,从而能够将f2频段设为衰减带。此时,与LC串联谐振器RS的路径相比,比f2频段低的频率F3的高频信号更多地通过配置电感器L1的路径。即,在f3频段的高频信号通过的情况下,配置电感器L1的路径占主导地位。

[0135] 在实施方式2中,为了使衰减带窄带化而构成为电感器L1的电感比电感器L2的电感小。由此,频率F3通过电感器L1时的阻抗变小。像这样,在实施方式2中的天线模块200中,从供电电路RF2高效地辐射频率F2,与滤波器装置100Z2相比较,使衰减带窄带化,由此能够从供电电路RF1高效地辐射频率F1、F3。

[0136] 图16是示出实施方式2中的天线155的插入损耗的图。线Ln17示出实施方式2中的天线模块200的天线155的插入损耗。线Ln18示出比较例中的天线155Z的插入损耗。线Ln19示出比较例中的天线155Z1的插入损耗。

[0137] 天线155Z是从图10所示的天线装置150除去了滤波器装置100的情况下的天线。天线155Z1具有如下结构,即,图10所示的天线155代替滤波器装置100而具有滤波器装置100Z2。

[0138] 如图16所示,在频率F3附近,线Ln17的插入损耗大的频率与线Ln19的插入损耗大的频率相比更接近线Ln18的插入损耗大的频率。即,与搭载滤波器装置100Z2的情况相比较,搭载实施方式2中的滤波器装置100的情况下的阻抗匹配没有劣化。因此,与比较例的滤波器装置100Z2相比,实施方式2的滤波器装置100应用于天线模块200时对阻抗匹配造成的负担变少。

[0139] <实施方式2的变形例>

[0140] 在实施方式2中,对被设计为滤波器装置100的LC并联谐振器RP的谐振频率F2成为处于f2频带内的3.8GHz的结构进行了说明。在实施方式2的变形例中,对LC并联谐振器RP的谐振频率F2被设计为f2频段的频带的下限值附近的滤波器装置100B进行说明。在实施方式2的变形例中,f2频段的频带为5G-NR的n78(3.3-3.8GHz)频带。即,滤波器装置100B的LC并联谐振器RP的谐振频率F2为3.3GHz。在图17~图19中,作为针对滤波器装置100B的比较例,利用滤波器装置100A来进行说明。作为比较例的滤波器装置100A的LC并联谐振器RP的谐振频率F2被调整为成为f2频段的频带内的3.5GHz。在实施方式2的变形例的滤波器装置100B中,对于与实施方式1、实施方式2重复的结构,不再重复说明。

[0141] 图17是示出实施方式2的变形例中的滤波器装置100B的插入损耗以及比较例的滤

波器装置100A的插入损耗的一个例子的图。在图17~图19中,图示了表示f2频段的下限值附近的频率3.3GHz的频率f2s、表示f2频段的中央附近的频率3.5GHz的频率f2c、以及表示f2频段的上限值附近的频率3.8GHz的频率f2e。以下,将代替实施方式2中的滤波器装置100而应用了滤波器装置100A以及滤波器装置100B的天线模块分别称为天线模块250A、250B。

[0142] 图17所示的线Ln20示出实施方式2的变形例中的天线模块250B的天线装置150的插入损耗。线Ln21示出实施方式2的变形例中的比较例的天线模块250A的天线装置150的插入损耗。如上所述,滤波器装置100B中的谐振频率F2被设计为成为处于n78频带的下限值附近的频率f2s(3.3GHz)。另外,滤波器装置100B中的谐振频率也可以不是3.3GHz而例如是3.2GHz或者3.4GHz。另一方面,滤波器装置100A中的谐振频率F2被设计为成为频率f2c(3.5GHz)。

[0143] 图18是示出实施方式2的变形例中的天线装置150的辐射效率以及比较例的天线装置150的辐射效率的一个例子的图。图18所示的线Ln22示出实施方式2的变形例中的天线模块250B的天线装置150的辐射效率。线Ln23示出实施方式2的变形例中的比较例的天线模块250A的天线装置150的辐射效率。线Ln24示出实施方式2的变形例中的比较例的天线模块200Z的天线装置150的辐射效率。如上所述,天线模块200Z具有从图10的天线模块200除去了滤波器装置100的结构。

[0144] 比较例的天线模块250A的辐射效率在频率f2s到频率f2c的频带中,特别是在频率F2s附近,低于比较例的天线模块200Z的辐射效率。另一方面,作为实施方式2的变形例的天线模块200B的辐射效率在频率F2s到频率f2c的频带中高于比较例的天线模块200Z的辐射效率。即,关于作为实施方式2的变形例的天线模块200B的辐射效率,在f2频段的整个范围(频率f2s到频率f2e的频带)中,与比较例的天线模块200Z相比,辐射效率提高。

[0145] 图19是示出实施方式2的变形例中的天线装置150与天线装置160之间的隔离度特性的图。线Ln25示出实施方式2的变形例中的天线模块250B的天线装置150与天线装置160之间的隔离度。线Ln26示出比较例中的天线模块200Z的天线装置150与天线装置160之间的隔离度。

[0146] 如图19所示,在f2频段的整个范围中,在天线模块250B中,隔离度大于比较例的天线模块200Z。即,在实施方式2的变形例中,滤波器装置100B使f2频段的频率衰减,由此与比较例相比,改善了天线装置150和天线装置160的隔离度。

[0147] 滤波器装置100B被调整为谐振频率F2处于作为衰减带的f2频段的下限值附近。由此,在实施方式2中的滤波器装置100B中,能够在f2频段的整个范围得到高的效率。另外,滤波器装置100B的谐振频率F2只要是衰减带的下限值附近的频率即可,也可以是比衰减带的下限值低的频率。

[0148] <应用于各天线的例子>

[0149] 图20是天线155为倒F型天线的天线模块201的外观图。如图20所示,天线155形成成为倒F型天线。天线165形成成为单极天线。如图20所示,天线155经由滤波器装置100与供电电路RF1连接。

[0150] 如图20所示,作为倒F型天线的天线155与连接到供电电路RF1的路径分支而与接地电极GND连接。以下,将分支为连接到供电电路RF1的路径和连接到接地电极GND的路径的位置称为分支点。

[0151] 图21是示出天线155为倒F型天线的情况下的天线165的辐射效率的图。线LnF1示出比较例的天线模块201Z的天线165的辐射效率。线LnF2示出实施方式2的天线模块201的天线165的辐射效率。线LnF3示出变形例1的天线模块201A的天线165的辐射效率。线LnF4示出变形例2的天线模块201B的天线165的辐射效率。

[0152] 比较例的天线模块201Z不具备滤波器装置100。即,天线模块201Z具有从图20的天线模块201除去了滤波器装置100的结构。

[0153] 变形例1的天线模块201A具有如下结构,即,不是在从分支点到供电电路RF1之间的路径配置滤波器装置100,而是在从分支点到接地电极GND之间的路径Rt配置滤波器装置100。

[0154] 变形例2的天线模块201B具有如下结构,即,在从分支点到供电电路RF1之间的路径配置滤波器装置100,进而,在从分支点到接地电极GND之间的路径Rt也配置滤波器装置100。即,变形例2的天线模块200B的天线装置150具备两个滤波器装置100。

[0155] 如图21所示,不具备滤波器装置100的比较例的天线模块201Z中的天线165的辐射效率最降低。即,应用了倒F型天线的实施方式2以及变形例1、变形例2通过具备滤波器装置100,从而与比较例相比,改善了天线165的辐射效率。

[0156] 图22是天线155为环形天线的天线模块202的外观图。如图22所示,天线155形成为环形天线。天线165形成为单极天线。如图22所示,在作为环形天线的天线155中,也经由与连接到供电电路RF1的路径不同的路径Rt与接地电极GND连接。

[0157] 图23是示出天线155为环形天线的情况下的天线165的辐射效率的图。线LnL1示出比较例的天线模块202Z的天线165的辐射效率。线LnL2示出实施方式2的天线模块202的天线165的辐射效率。线LnL3示出变形例1的天线模块202A的天线165的辐射效率。线LnL4示出变形例2的天线模块202B的天线165的辐射效率。

[0158] 比较例的天线模块202Z具有从图22的天线模块202除去了滤波器装置100的结构。变形例1的天线模块202A具有如下结构,即,不是在从天线155到供电电路RF1之间的路径配置滤波器装置100,而是在从天线155到接地电极GND之间的路径Rt配置滤波器装置100。变形例2的天线模块202B具有如下结构,即,在从天线155到供电电路RF1之间的路径配置滤波器装置100,进而,在从天线155到接地电极GND之间的路径Rt也配置滤波器装置100。

[0159] 如图23所示,不具备滤波器装置100的比较例的天线模块202Z中的天线165的辐射效率最降低。即,在应用了环形天线的实施方式2、变形例1、变形例2中,也通过具备滤波器装置100,从而与比较例相比改善了天线165的辐射效率。

[0160] 图24是天线155为贴片天线的天线模块203的外观图。如图24所示,天线155形成为贴片天线。天线165形成为单极天线。如图24所示,在作为贴片天线的天线155中,也通过与连接到供电电路RF1的路径不同的路径Rt与接地电极GND连接。

[0161] 图25是示出天线155为贴片天线的情况下的天线165的辐射效率的图。线LnP1示出比较例的天线模块203Z的天线165的辐射效率。线LnP2示出实施方式2的天线模块203的天线165的辐射效率。线LnP3示出变形例1的天线模块203A的天线165的辐射效率。线LnP4示出变形例2的天线模块203B的天线165的辐射效率。

[0162] 比较例的天线模块203Z具有从图24的天线模块203除去了滤波器装置100的结构。变形例1的天线模块203A具有如下结构,即,不是在从天线155到供电电路RF1之间的路径配

置滤波器装置100,而是在从天线155到接地电极GND之间的路径Rt配置滤波器装置100。变形例2的天线模块203B具有如下结构,即,在从天线155到供电电路RF1之间的路径配置滤波器装置100,进而,在从天线155到接地电极GND之间的路径Rt也配置滤波器装置100。

[0163] 如图25所示,不具备滤波器装置100的比较例的天线模块203Z中的天线165的辐射效率最降低。即,在应用了环形天线的实施方式2、变形例1、变形例2中,也通过具备滤波器装置100,从而与比较例相比改善了天线165的辐射效率。

[0164] 应认为,此次公开的实施方式在所有的方面均为例示,而不是限制性的。本发明的范围不是由上述的实施方式的说明示出,而是由权利要求书示出,意图包含与权利要求书等同的意思以及范围内的所有的变更。

[0165] 附图标记说明

[0166] 100:滤波器装置;

[0167] 150、160:天线装置;

[0168] 155、165:天线;

[0169] 170:基板;

[0170] 200、201、202、203、250:天线模块;

[0171] Ar1~Ar4:箭头;

[0172] C1a、C1b、C1:电容器;

[0173] F1~F3、f2s、f2c、f2e:频率;

[0174] GND:接地电极;

[0175] L1、L1a、L1b、L2、L2b、L2a:电感器;

[0176] Ly1~Ly10:电介质层;

[0177] P1、P2、in1~in4、out1~out4:端子;

[0178] RF1、RF2:供电电路;

[0179] RS:LC串联谐振器;

[0180] RP:LC并联谐振器;

[0181] Rg1:区域;

[0182] SP:连接点;

[0183] TL1~TL3:传输线路;

[0184] d1、d2:衰减带;

[0185] M:互感;

[0186] rc1、rc2:电感性电抗;

[0187] rc3、rc4:电容性电抗;

[0188] Rt:路径。

150

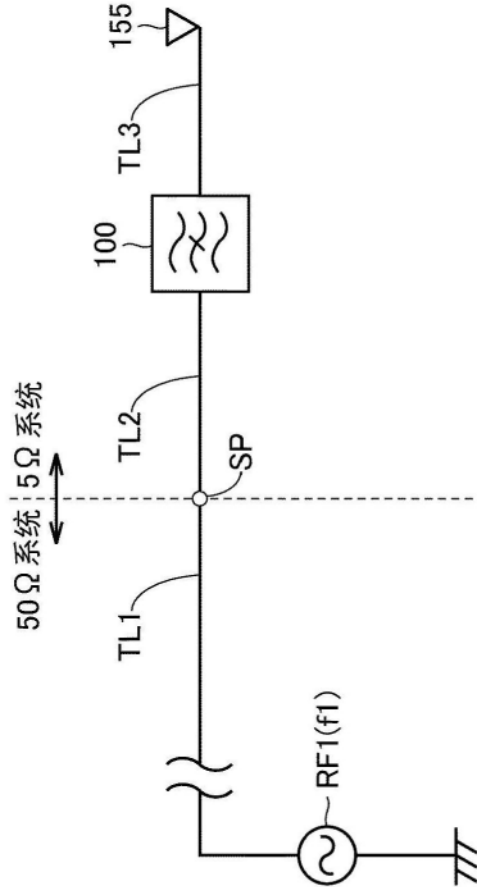


图1

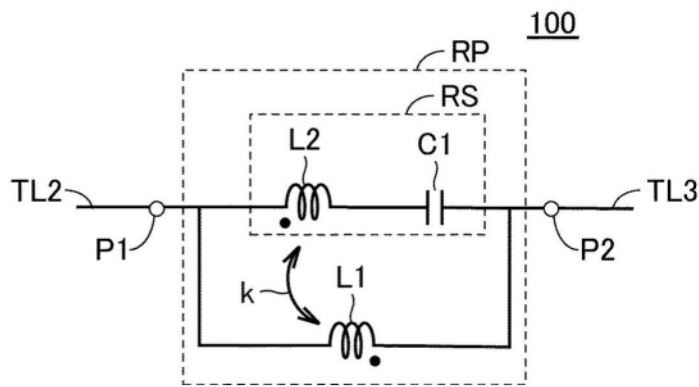


图2

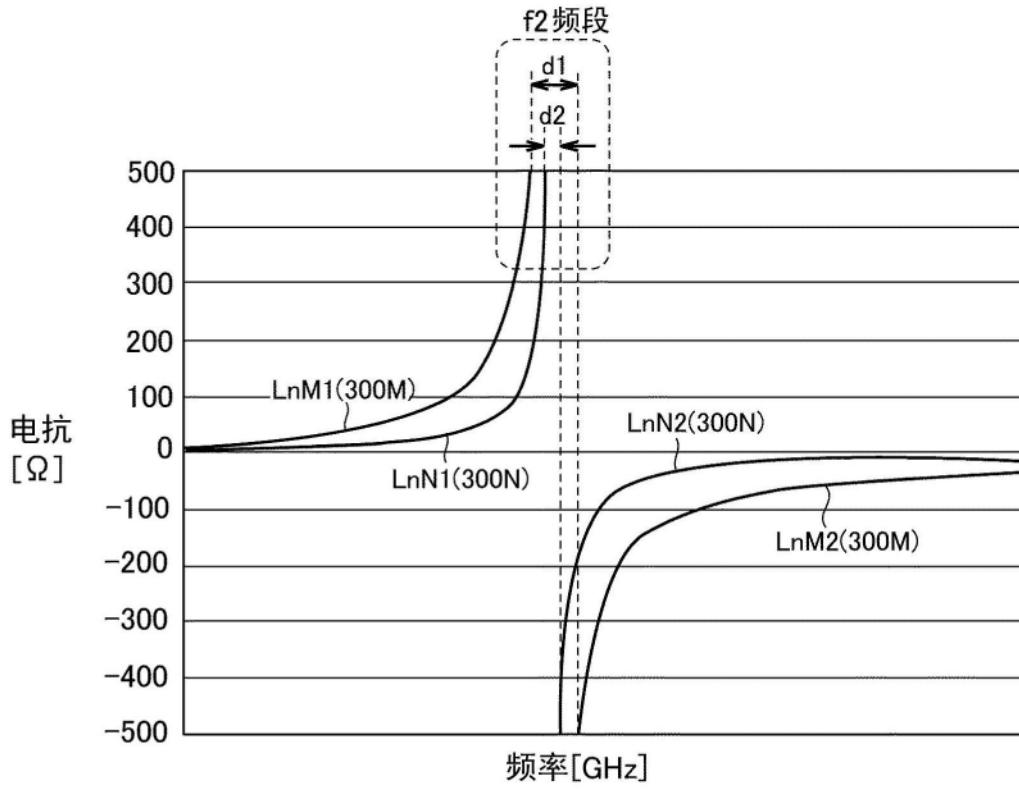


图3

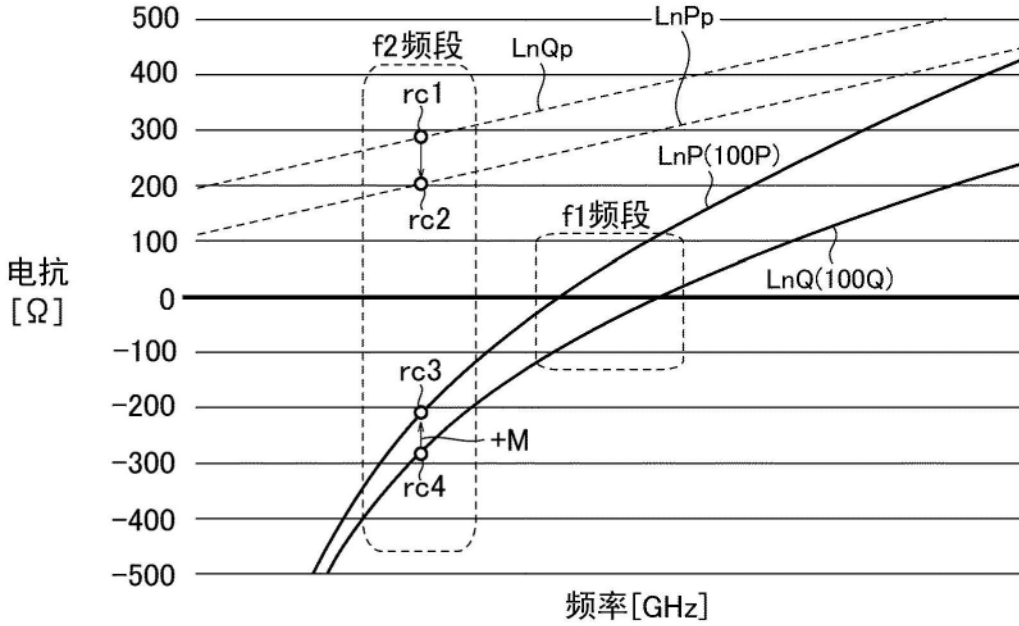


图4

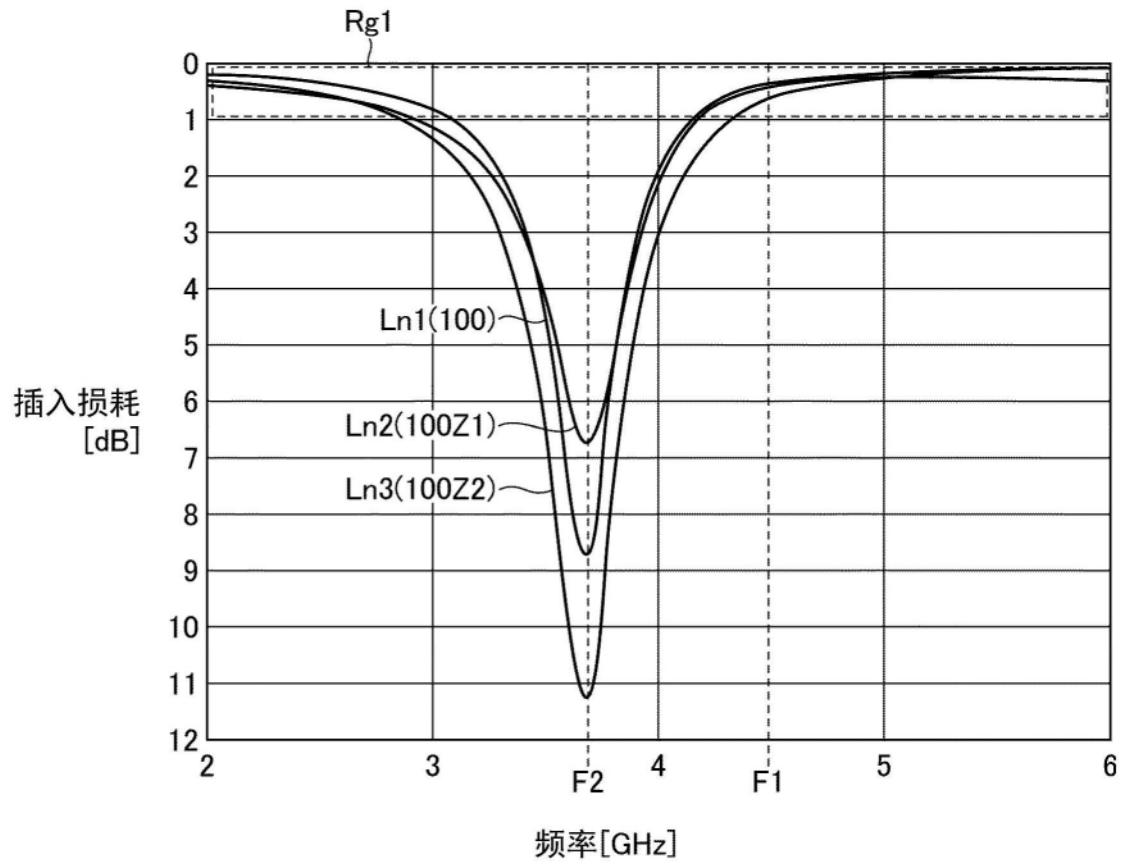


图5

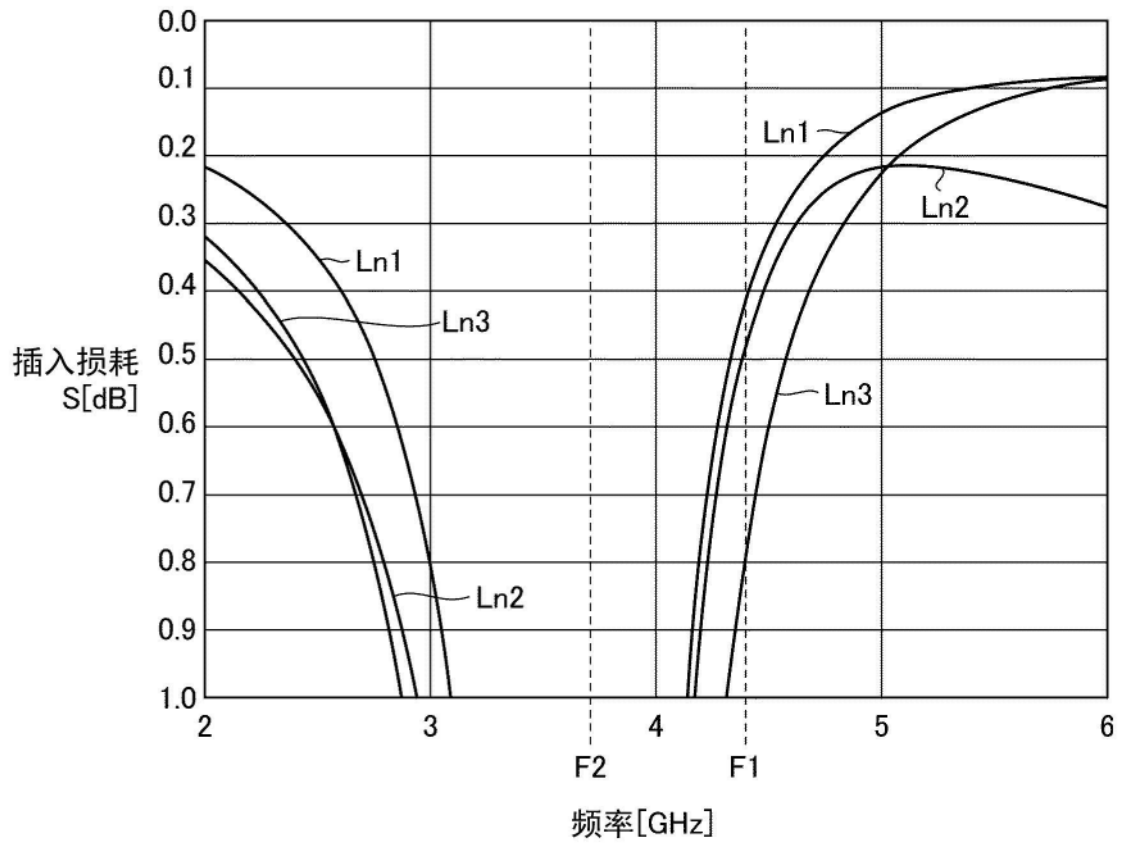


图6

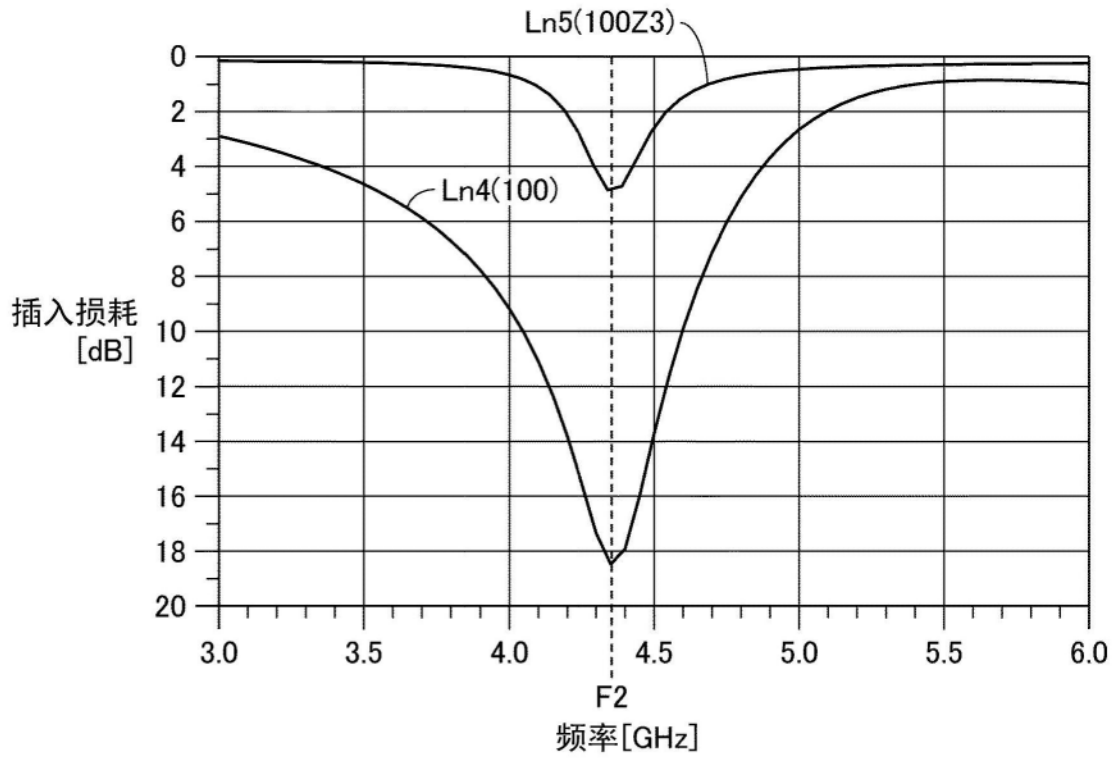


图7

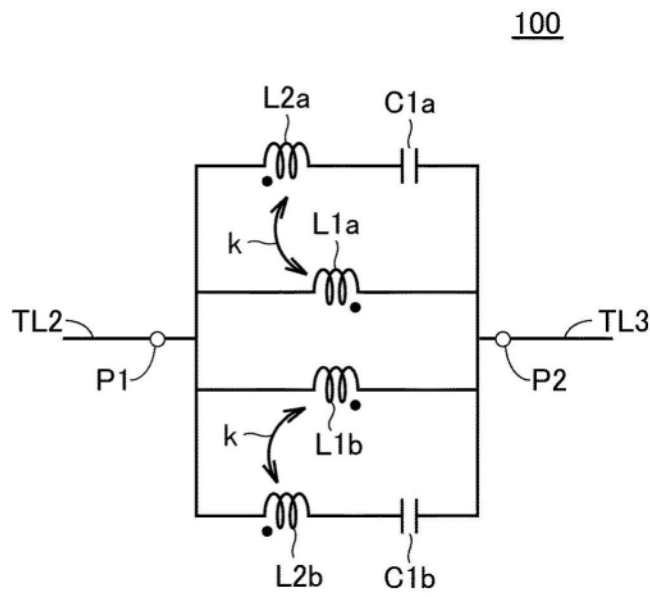


图8

100

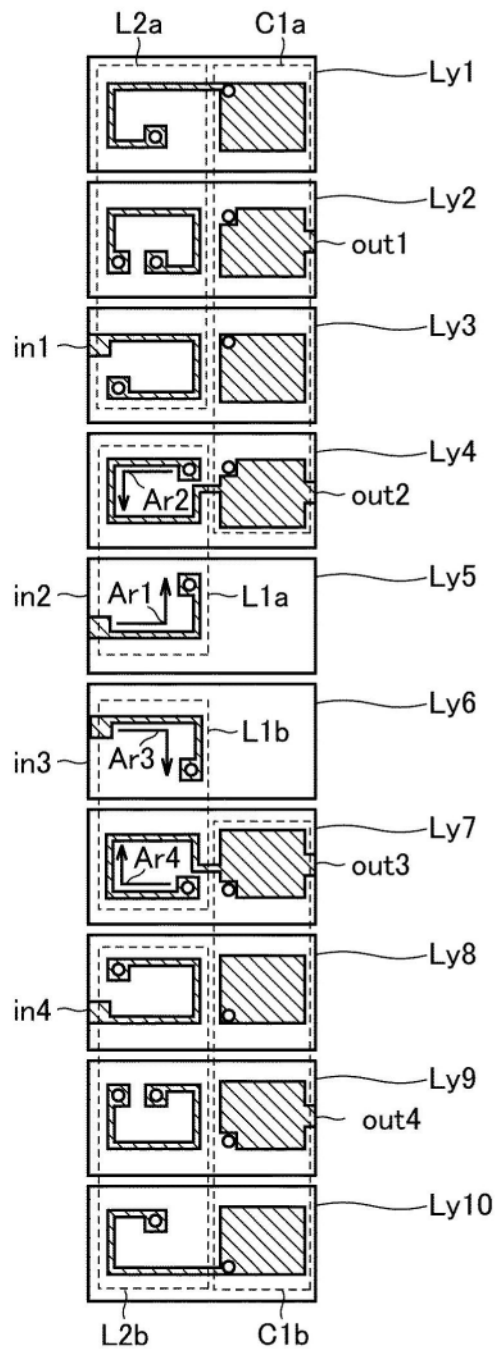


图9

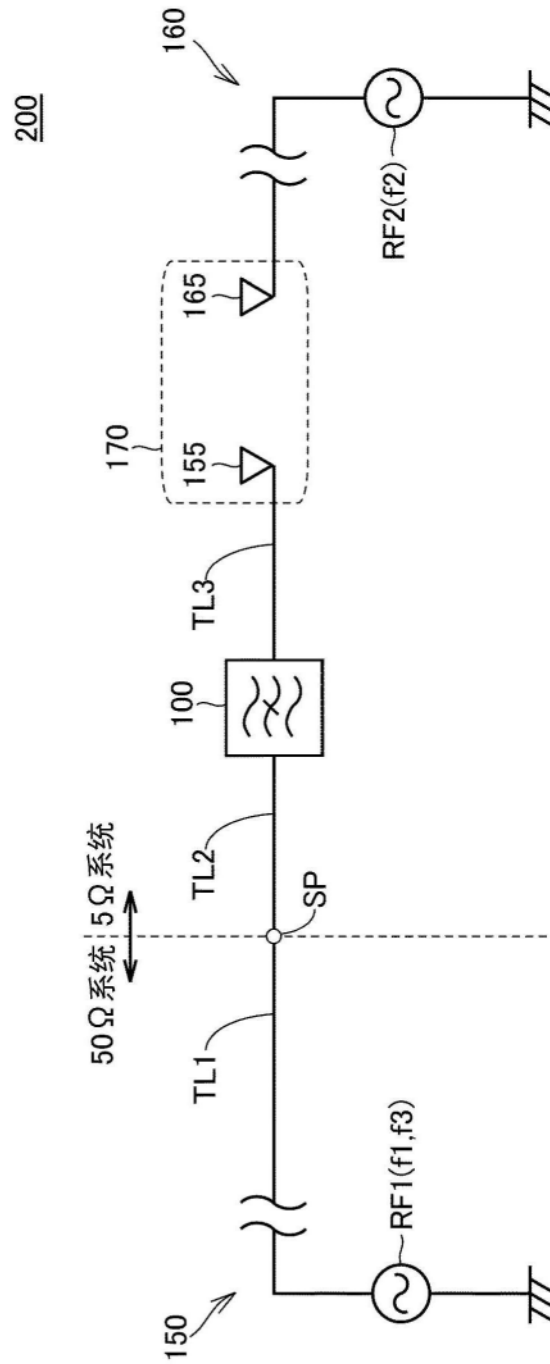


图10

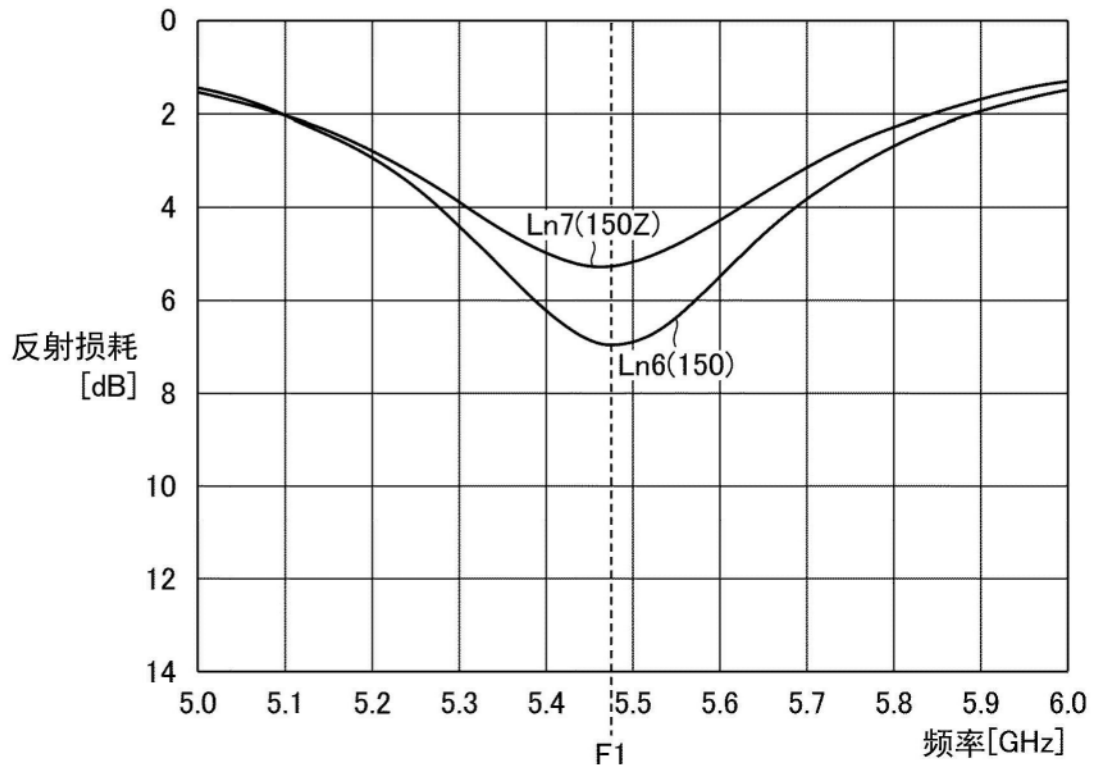


图11

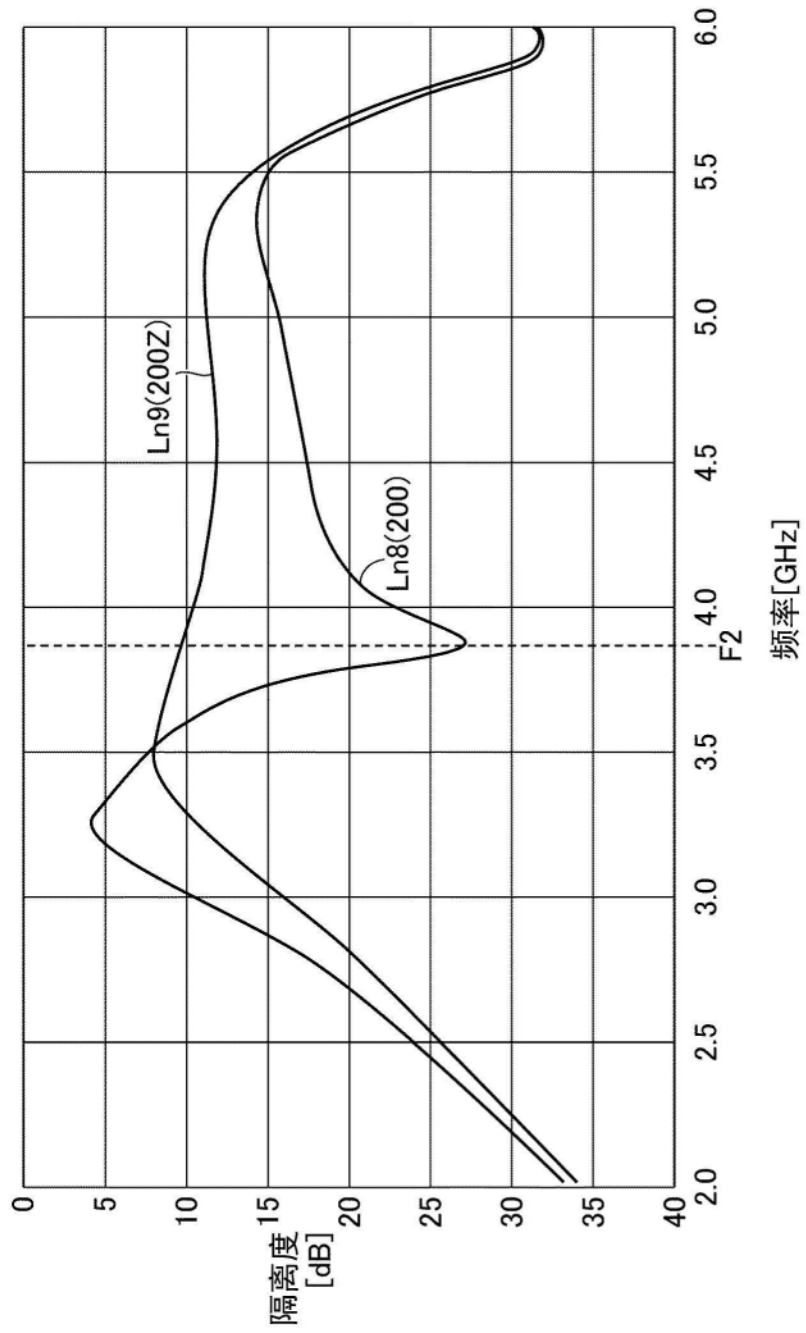


图12

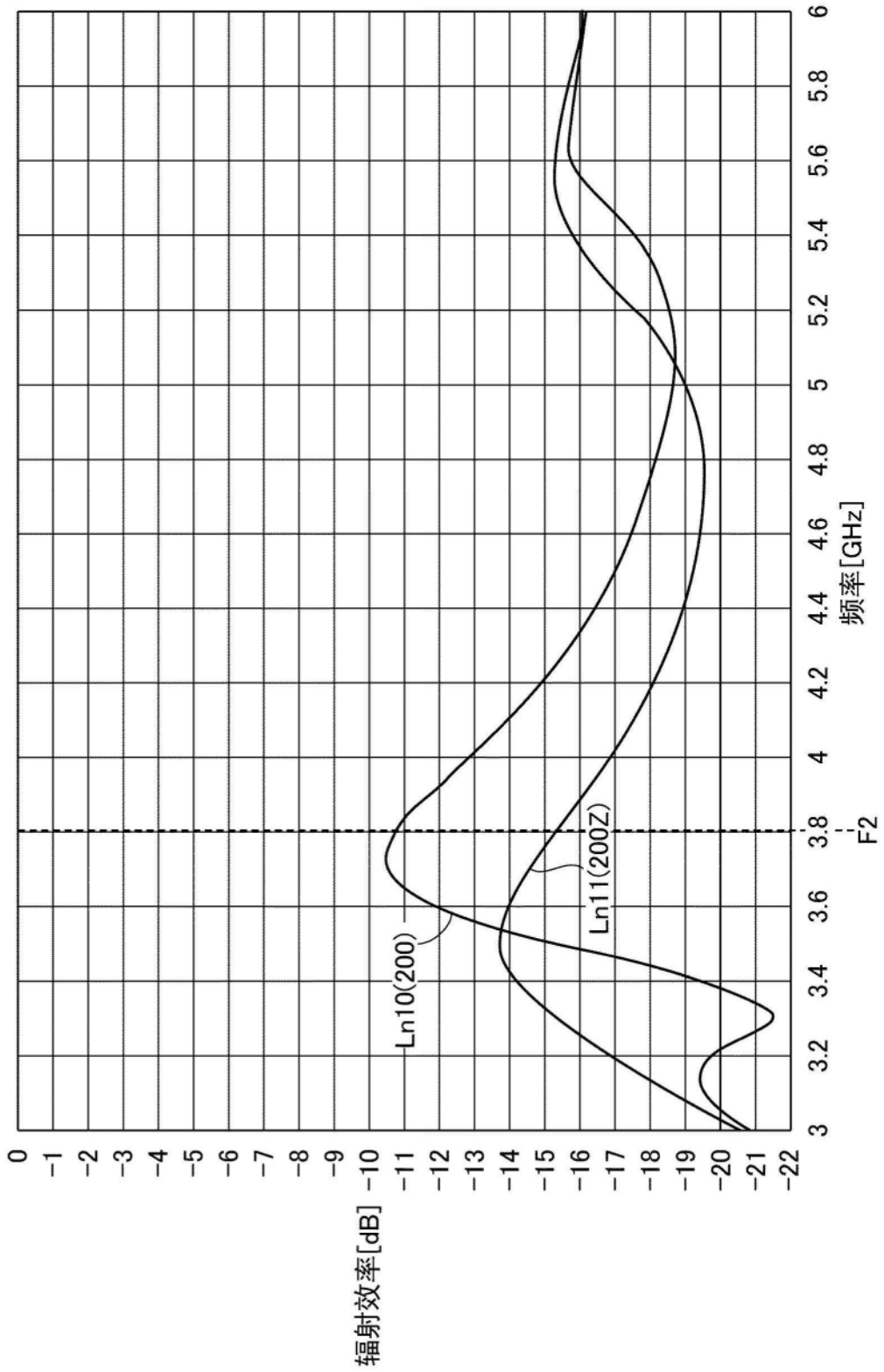


图13

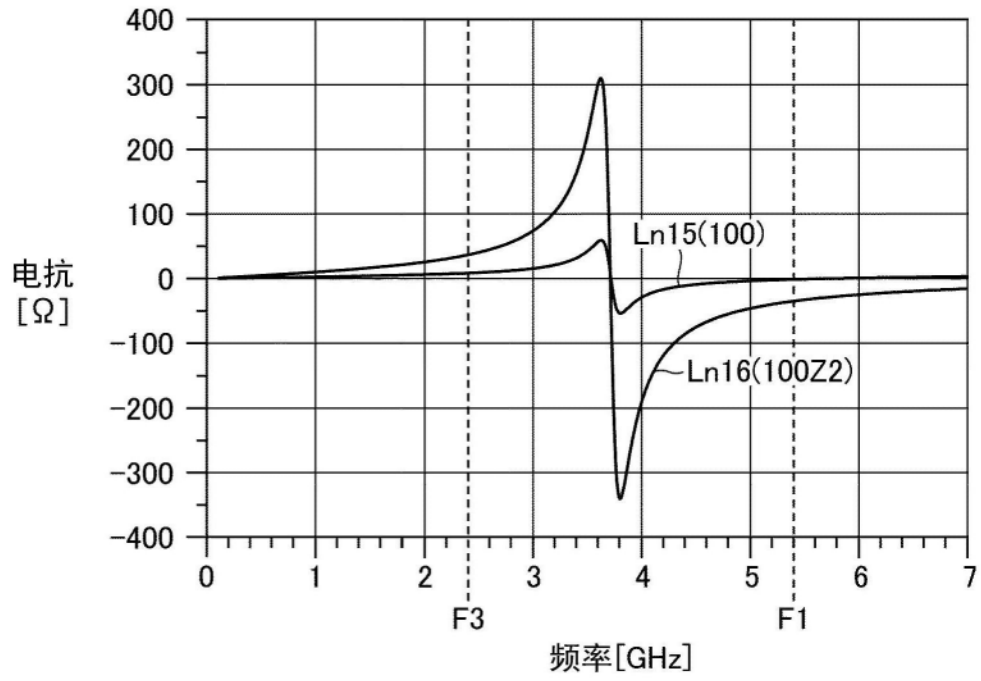


图14

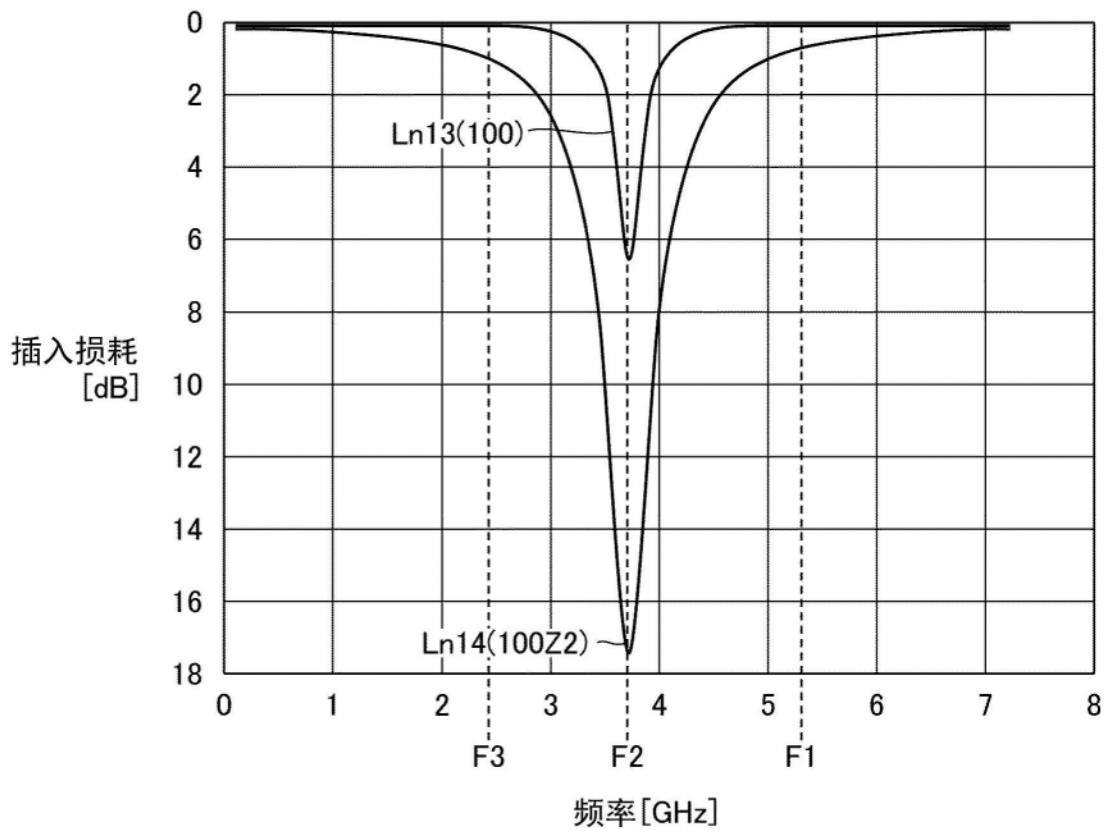


图15

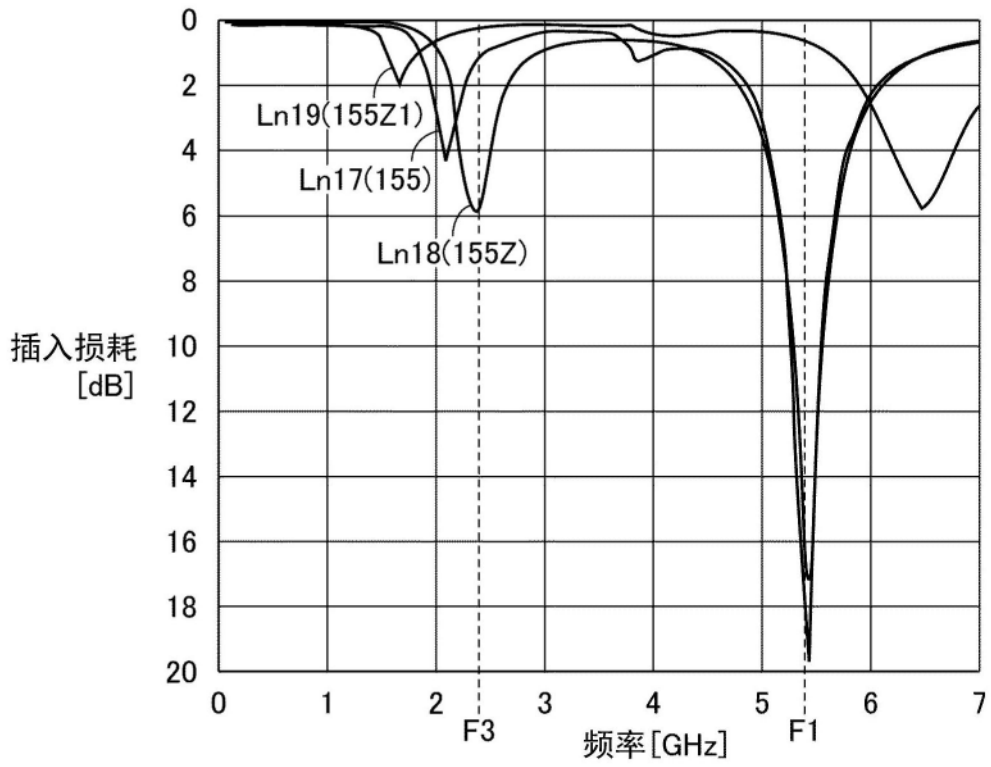


图16

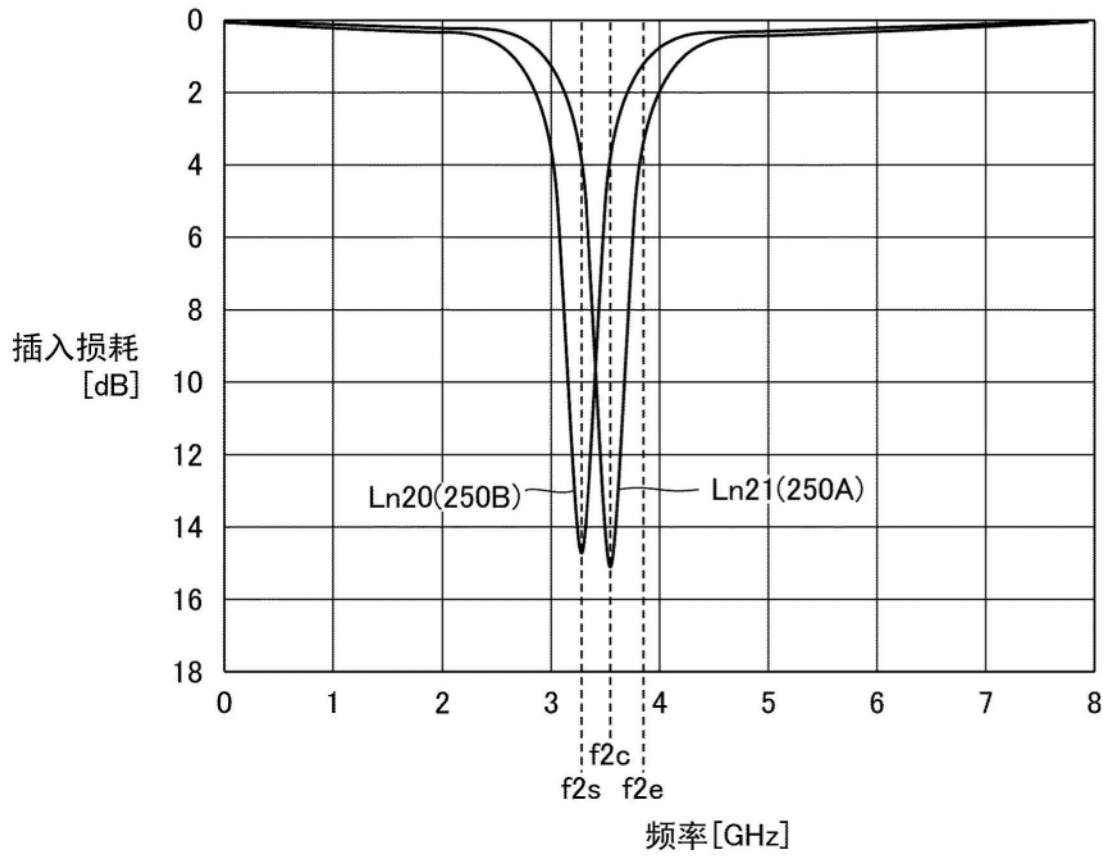


图17

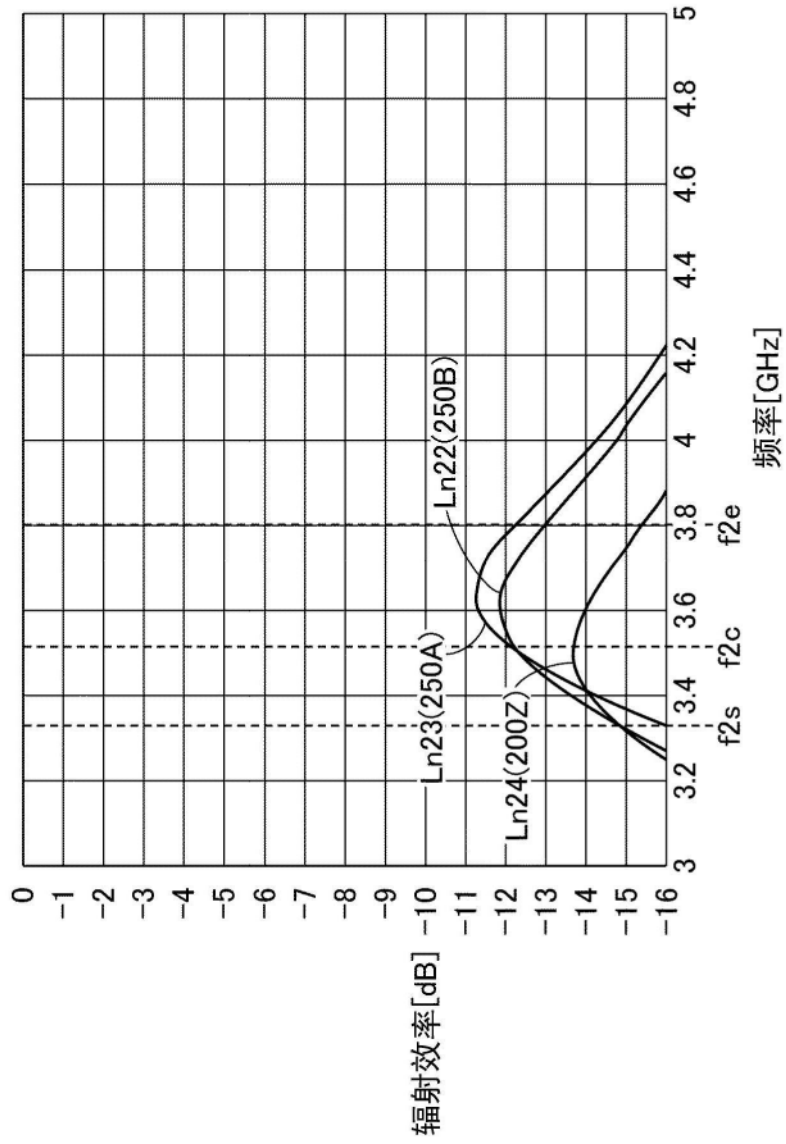


图18

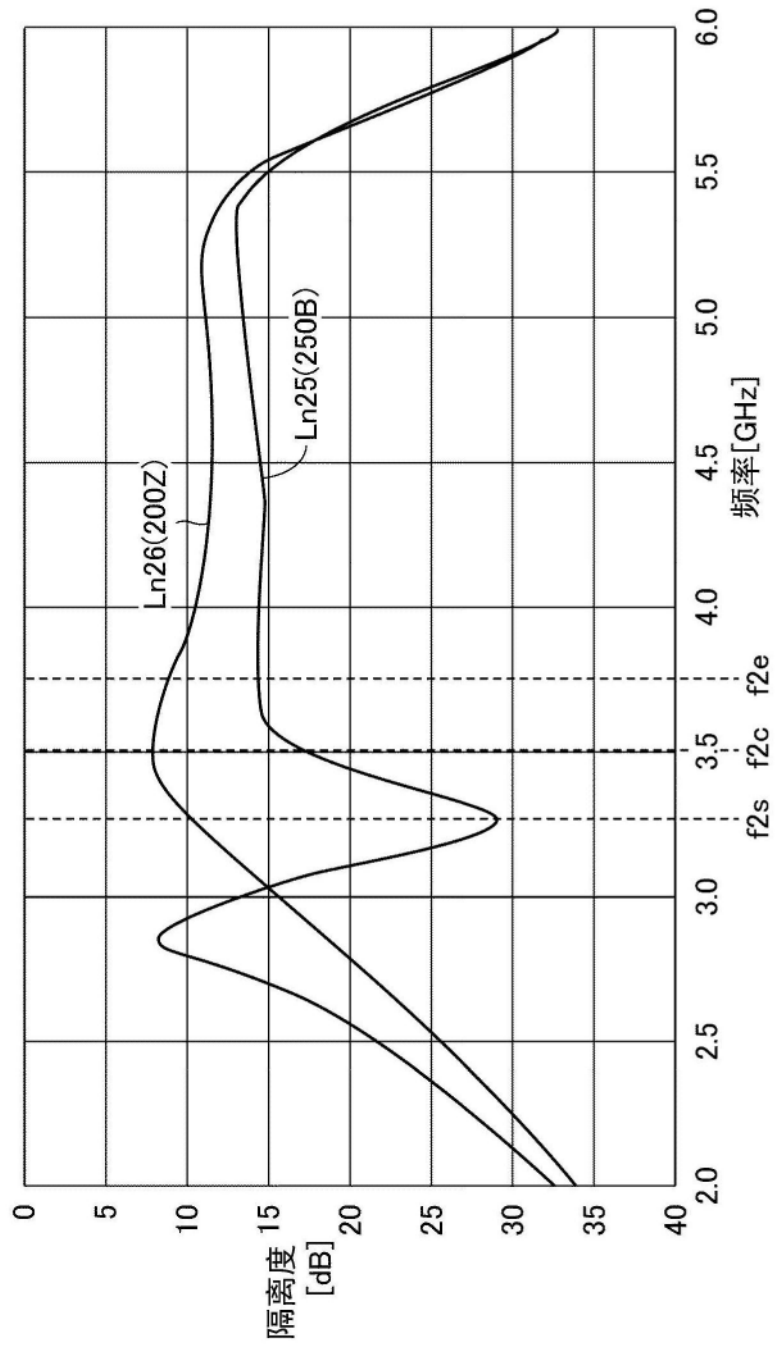


图19

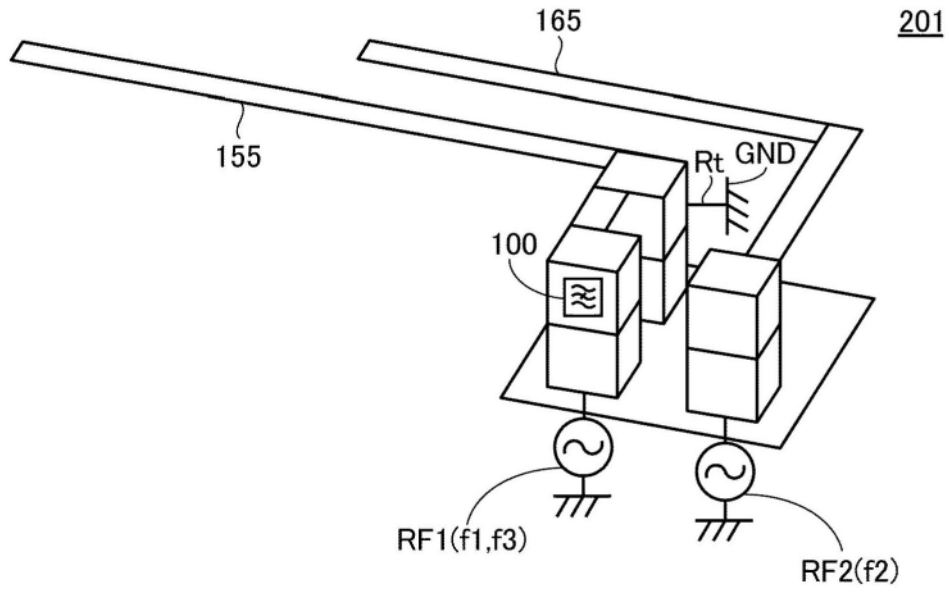


图20

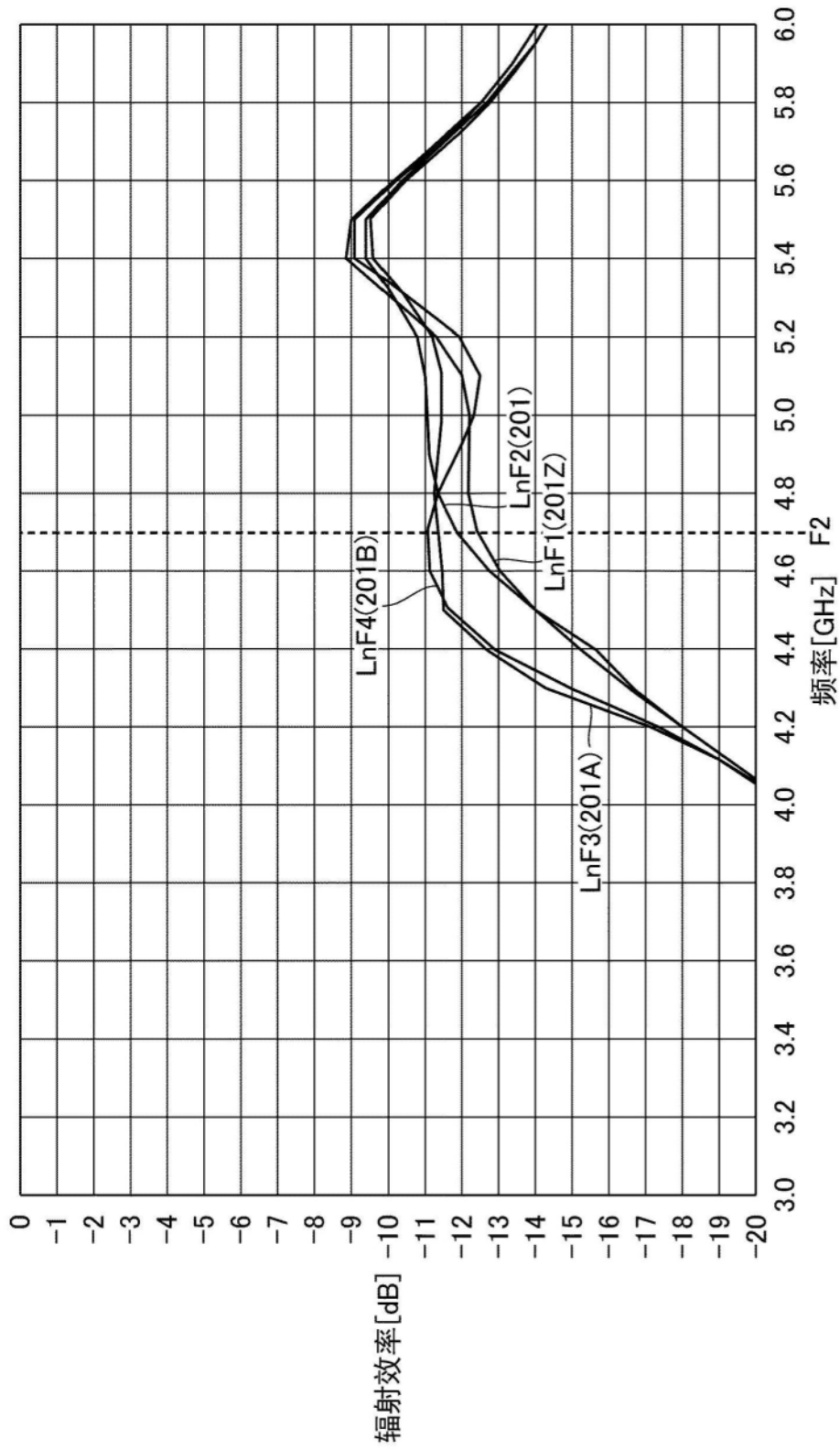


图21

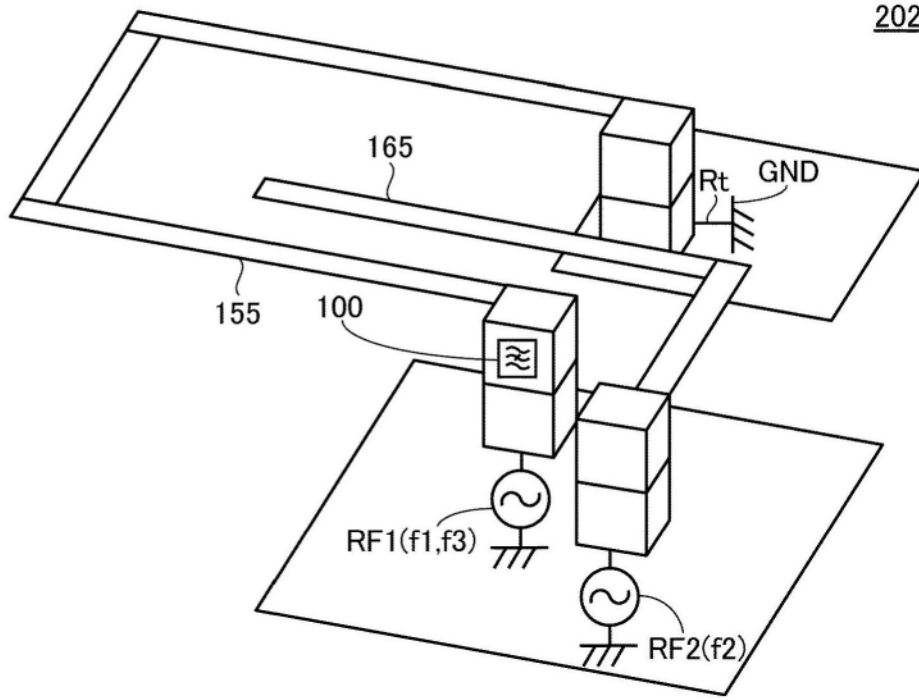


图22

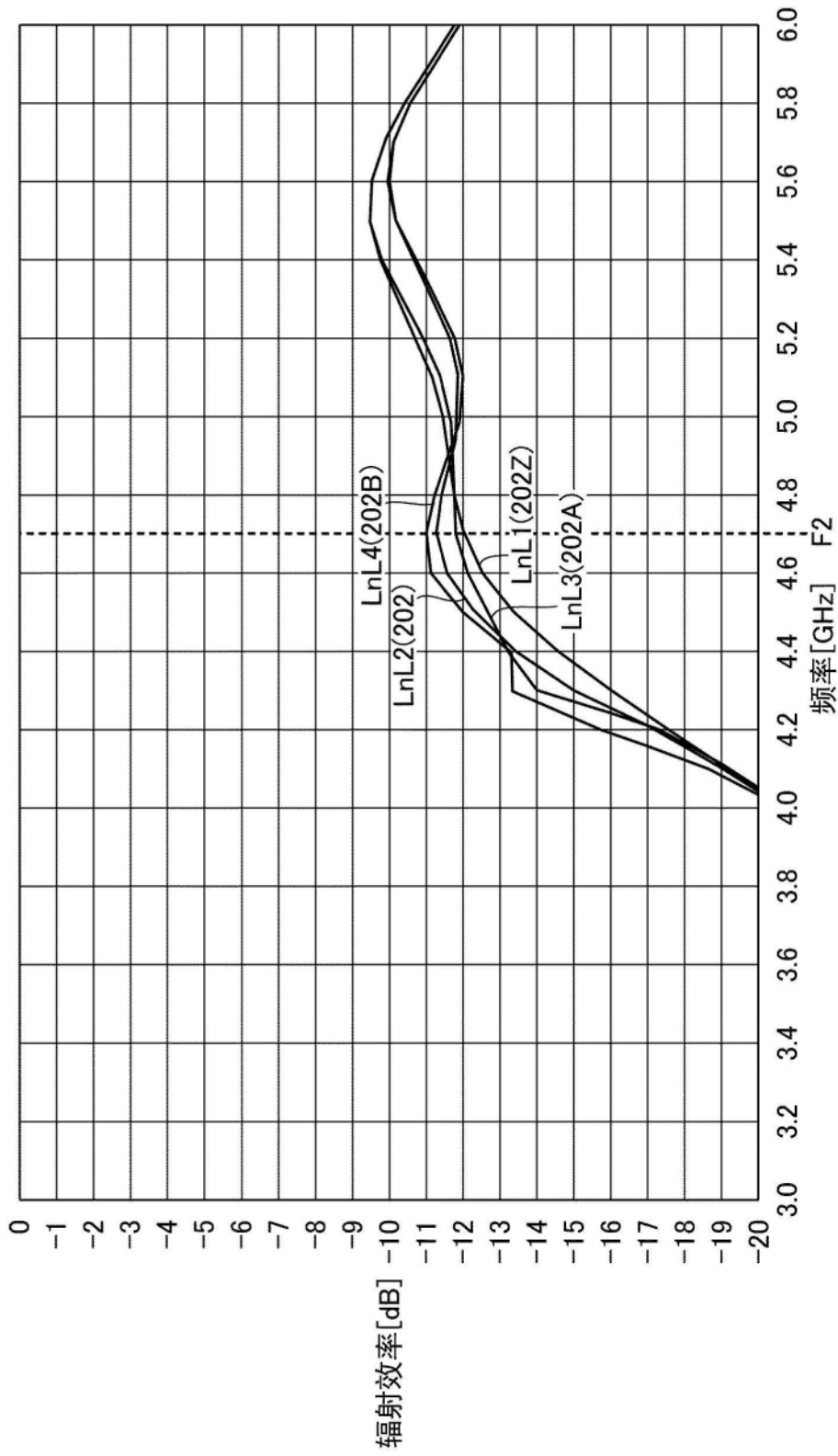


图23

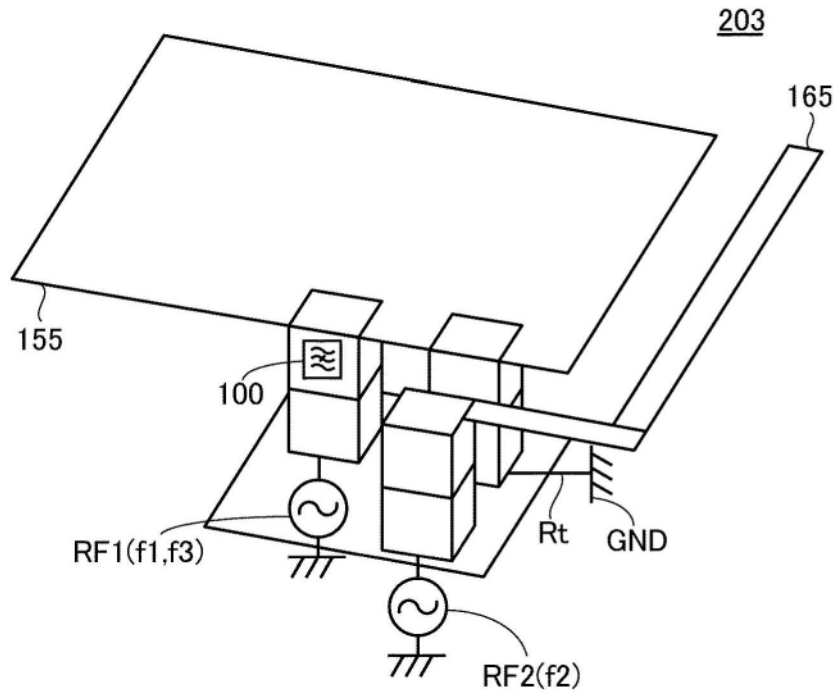


图24

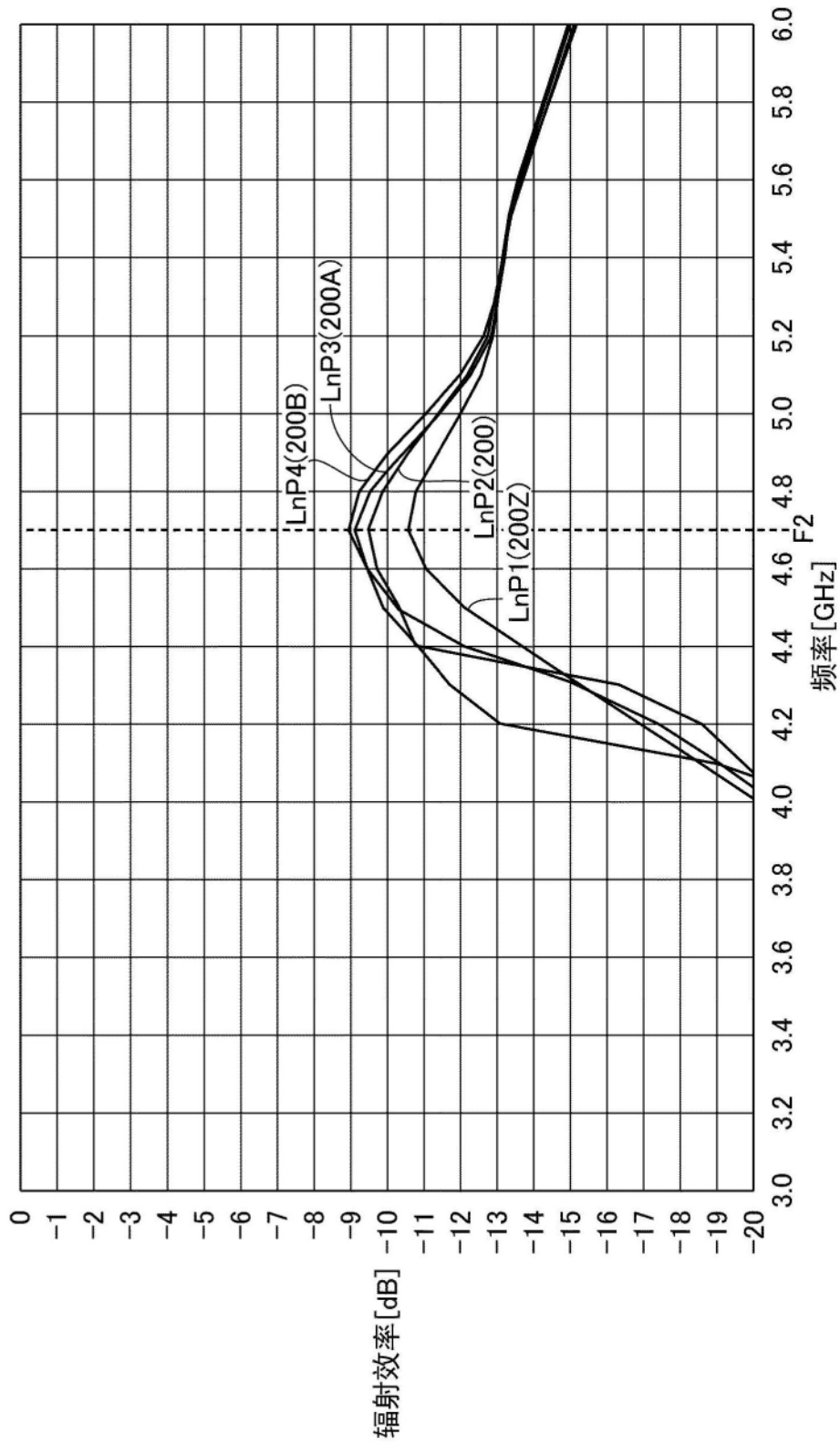


图25