



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117642934 A

(43) 申请公布日 2024.03.01

(21) 申请号 202280047739.0

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限

(22) 申请日 2022.06.16

公司 11227

(30) 优先权数据

专利代理人 邵琳琳

2021-112219 2021.07.06 JP

(51) Int.CI.

H01Q 13/08 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

H01Q 21/24 (2006.01)

2024.01.04

H01Q 5/42 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

H01Q 1/52 (2006.01)

PCT/JP2022/024160 2022.06.16

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/282015 JA 2023.01.12

(71) 申请人 株式会社村田制作所

地址 日本京都府

(72) 发明人 根本崇弥

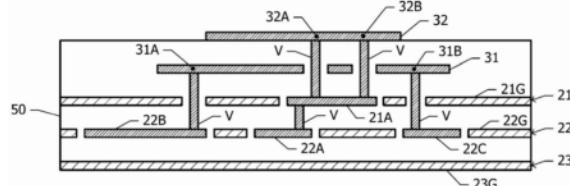
权利要求书2页 说明书10页 附图12页

(54) 发明名称

天线装置

(57) 摘要

本发明的天线装置具备：接地面、平板状的第一供电元件、平板状的第二供电元件、与第一供电元件连接的第一供电线路以及与第二供电元件连接的第二供电线路。隔开间隔并按照接地面、第一供电元件以及第二供电元件的顺序层叠接地面、第一供电元件以及第二供电元件。第二供电线路的至少一部分配置在与接地面相同的层内，配置在俯视接地面时与第一供电元件重叠的位置。



1.一种天线装置,具备:

接地面;

平板状的第一供电元件;

平板状的第二供电元件;

第一供电线路,与上述第一供电元件连接;以及

第二供电线路,与上述第二供电元件连接,

隔开间隔并按照上述接地面、上述第一供电元件以及上述第二供电元件的顺序层叠上述接地面、上述第一供电元件以及上述第二供电元件,

上述第二供电线路的至少一部分配置在与上述接地面相同的层内,且配置于在俯视上述接地面时与上述第一供电元件重叠的位置。

2.根据权利要求1所述的天线装置,其中,

上述第一供电元件的谐振频率低于上述第二供电元件的谐振频率。

3.根据权利要求1或2所述的天线装置,其中,

在俯视时,上述第一供电元件的面积大于上述第二供电元件的面积。

4.根据权利要求1~3中任一项所述的天线装置,其中,

上述第二供电线路与上述第二供电元件的两个第二供电点连接,通过上述第二供电元件的几何中心和两个上述第二供电点中的每个供电点的两条直线正交。

5.根据权利要求4所述的天线装置,其中,

上述第二供电线路以90°的相位差向两个上述第二供电点供给上述第二供电元件的谐振频率的高频信号。

6.根据权利要求4或5所述的天线装置,其中,

上述第二供电线路包含具有四个端口的90°混合电路,向90°混合电路的一个端口输入高频信号,另外两个端口分别与两个上述第二供电点连接。

7.根据权利要求4~6中任一项所述的天线装置,其中,

上述第二供电线路包含环状的传输线路,上述环状的传输线路由两条相对较粗的传输线路和两条相对较细的传输线路交替地连接而成,向上述第二供电线路输入高频信号的部位与连接于两个上述第二供电点中的一个上述第二供电点的部位之间的传输线路相对较粗,连接在两个上述第二供电点之间的传输线路相对较细。

8.根据权利要求4或5所述的天线装置,其中,

上述第二供电线路包含从一条线路分支并到达两个上述第二供电点的部分,从分支点到两个上述第二供电点的电气长度之差是具有上述第二供电元件的谐振频率的高频信号的波长的1/4。

9.根据权利要求4~8中任一项所述的天线装置,其中,

上述第一供电线路与上述第一供电元件的至少一个第一供电点连接,

在俯视时,通过上述第一供电元件的几何中心和上述第一供电点的直线与通过上述第二供电元件的几何中心和一个上述第二供电点的直线所形成的角度为35°以上且55°以下。

10.根据权利要求9所述的天线装置,其中,

设置有两个上述第一供电点,通过上述第一供电元件的几何中心和上述第一供电点中的每个上述第一供电点的两条直线正交。

11. 根据权利要求1~10中任一项所述的天线装置,其中,还具备:  
平板状的第三供电元件,与上述第二供电元件隔开间隔地配置,在俯视时与上述第二供电元件部分重叠;以及  
第三供电线路,与上述第三供电元件连接。

## 天线装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及天线装置。

### 背景技术

[0002] 在下述的专利文献1中公开了能够放射不同的两个频带的电波的堆叠型的贴片天线。专利文献1所公开的堆叠型的贴片天线包含接地面、配置在该接地面上的低频侧的供电元件以及配置在该低频侧的供电元件上的高频侧的供电元件。高频侧的供电元件的极化方向与低频侧的供电元件的极化方向所成的角度大于0°且小于90°。由此，抑制天线特性降低。

[0003] 专利文献1:国际公开第2020/261806号

### 发明内容

[0004] 若与供电元件连接的供电线路的走线变得复杂，则供电线路的图案设计变得困难。例如，可能产生必须增加用于供电线路的导体层的情况。若供电线路的配置的自由度提高，则图案设计变得容易。本发明的目的在于提供一种能够提高供电线路的配置的自由度的天线装置。

[0005] 根据本发明的一个观点，提供一种天线装置，具备：

[0006] 接地面；

[0007] 平板状的第一供电元件；

[0008] 平板状的第二供电元件；

[0009] 第一供电线路，与上述第一供电元件连接；以及

[0010] 第二供电线路，与上述第二供电元件连接，

[0011] 隔开间隔并按照上述接地面、上述第一供电元件以及上述第二供电元件的顺序层叠上述接地面、上述第一供电元件以及上述第二供电元件，

[0012] 上述第二供电线路的至少一部分配置在与上述接地面相同的层内，且配置于在俯视上述接地面时与上述第一供电元件重叠的位置。

[0013] 以往，第二供电线路被配置在比接地面靠下方的层。与此相对，在本发明的一个观点的天线装置中，第二供电线路的至少一部分配置在与接地面相同的层内。即，能够提高供电线路的配置的自由度。

### 附图说明

[0014] 图1是第一实施例的天线装置的剖视图。

[0015] 图2A是第一实施例的天线装置的示意立体图，图2B是第一实施例的天线装置的第二供电线路的等效电路图。

[0016] 图3A和图3B是表示天线装置的两个模拟模型的立体图。

[0017] 图4A和图4B分别是表示图3A和图3B的模拟模型的反射系数的图表。

- [0018] 图5A和图5B是模拟对象的天线装置的剖视图。
- [0019] 图6是表示图5A和图5B所示的模拟对象的天线装置的模拟结果的图表。
- [0020] 图7A和图7B是着眼于第一供电元件和第二供电元件的供电点的位置的俯视图。
- [0021] 图8是表示在角度 $\theta=0^\circ$ 时分别从端口P1、P2、P3输入高频信号时的反射系数S(1、1)、S(2、2)、S(3、3)的模拟结果的图表。
- [0022] 图9A和图9B是表示从端口P1输入高频信号时的向端口P2、P3的通过系数S(1、2)、S(1、3)的模拟结果的图表。
- [0023] 图10是表示通过系数S(1、2)、S(1、3)与角度 $\theta$ 的关系的图表。
- [0024] 图11是第二实施例的天线装置的示意立体图。
- [0025] 图12A是第三实施例的天线装置的示意立体图,图12B是表示第一供电元件和第二供电元件的位置关系的俯视图。
- [0026] 图13是第四实施例的通信装置所包含的天线模块的剖视图。
- [0027] 图14是第四实施例的通信装置的框图。
- [0028] 图15是第五实施例的天线装置的剖视图。

## 具体实施方式

- [0029] [第一实施例]
  - [0030] 参照图1~图10的附图,对第一实施例的天线装置进行说明。
  - [0031] 图1是第一实施例的天线装置的剖视图。
  - [0032] 电介质多层基板50包含第一层导体层21、第二层导体层22、第三层导体层23、平板状的第一供电元件31以及平板状的第二供电元件32。第一层导体层21包含接地面21G和第二供电线路21A。隔开间隔并按照接地面21G、第一供电元件31以及第二供电元件32的顺序层叠接地面21G、第一供电元件31以及第二供电元件32。将从第一层导体层21观察配置有第一供电元件31的一侧定义为上侧。
  - [0033] 在第一层导体层21的下侧隔开间隔地依次配置有第二层导体层22和第三层导体层23。第二层导体层22包含接地面22G、第二层第二供电线路22A以及第一供电线路22B、22C。第三层导体层23包含接地面23G。
  - [0034] 在俯视接地面21G时,第二供电线路21A配置在与第一供电元件31重叠的位置。例如,在俯视时,第二供电线路21A配置在第一供电元件31的外周线的内侧。第二供电线路21A经由导通孔V与第二层第二供电线路22A连接。并且,第二供电线路21A经由通过设置于第一供电元件31的间隙孔的两个导通孔V与第二供电元件32的两个供电点32A、32B连接。通过第二供电线路21A、22A向第二供电元件32供给高频信号。将第二供电线路21A与第二供电元件32连接的两个导通孔V配置于在俯视时与将第二供电线路21A与第二层第二供电线路22A连接的导通孔V不同的位置。在俯视时,第一供电元件31与第二供电元件32部分重叠。
  - [0035] 第一供电线路22B、22C分别经由通过设置于第一层接地面21G的间隙孔的导通孔V与第一供电元件31的供电点31A、31B连接。通过第一供电线路22B、22C向第一供电元件31供给高频信号。
  - [0036] 俯视时的第一供电元件31的尺寸比第二供电元件32的尺寸大。即,第一供电元件31的谐振频率低于第二供电元件32的谐振频率。例如,在俯视时,第一供电元件31的面积大

于第二供电元件32的面积。

[0037] 接下来,对电介质多层基板50和导体部分的材料进行说明。例如,作为电介质多层基板50,使用低温共烧陶瓷多层基板(LTCC多层基板)、包含由低介电常数的液晶聚合物构成的树脂层的多层基板、包含由氟系树脂构成的树脂层的多层基板以及陶瓷多层基板等。导体部分例如使用Al、Cu、Au、Ag或者以它们的合金为主要成分的金属。

[0038] 图2A是第一实施例的天线装置的示意立体图。在图2A中省略了接地面21G、22G、23G(图1)的记载。第一供电元件31和第二供电元件32均是圆形。在俯视时,第一供电元件31的中心和第二供电元件32的中心一致。

[0039] 第一层第二供电线路21A在俯视时具有圆周状的形状,配置在第一供电元件31的外周线的内侧。在图2A中,用虚线示出了第二供电线路21A。第二层第二供电线路22A经由导通孔V与第二层第二供电线路21A连接。并且,第二供电线路21A经由两个导通孔V分别与第二供电元件32的两个供电点32A、32B连接。该两个导通孔V通过设置于第一供电元件31的间隙孔。从端口P1经由第二层第二供电线路22A以及第一层第二供电线路21A向供电点32A、32B供给高频信号。

[0040] 图2B是第二供电线路21A的等效电路图。第二供电线路21A构成90°混合电路。即,第二供电线路21A由特性阻抗为 $Z_0$ 的两条传输线路和特性阻抗为 $Z_0/2^{1/2}$ 的两条传输线路的组合构成。特性阻抗为 $Z_0/2^{1/2}$ 的两条传输线路的宽度比特性阻抗为 $Z_0$ 的两条传输线路的宽度宽。特性阻抗为 $Z_0$ 的两条传输线路和特性阻抗为 $Z_0/2^{1/2}$ 的两条传输线路交替地连接成环状。各传输线路的电气长度是相当于第二供电元件32的谐振频率的波长的1/4。

[0041] 在90°混合电路的四个端口中的一个端口连接有第二供电线路22A。从端口P1经由第二供电线路22A向90°混合电路输入高频信号。相对于与第二供电线路22A连接的端口隔着特性阻抗 $Z_0/2^{1/2}$ 相邻的端口与供电点32A连接。相对于与第二供电线路22A连接的端口处于对角的位置的端口与供电点32B连接。将90°混合电路的剩余的一个端口标记为Px。

[0042] 若从端口P1输入高频信号,则被输出到一个供电点32B的高频信号的相位比被输出到另一个供电点32A的高频信号的相位延迟90°。不向端口Px输出信号。相反地,若相对于被输入到供电点32B的高频信号具有90°的相位延迟的高频信号被输入到供电点32A,则从端口P1输出高频信号,且不输出到端口Px。这样,第二供电线路21A具有向两个供电点32A、32B以彼此具有90°的相位差地供给高频信号的功能。

[0043] 例如,如图2A所示,通过按照圆周状的传输线路的每1/4周增减传输线路的宽度,来构成90°混合电路。隔着圆周的中心相互对置的部分的宽度相等,相邻的部分的宽度不同。即,圆周状的第二供电线路21A包含宽度相对较粗的两个部分和宽度相对较细的两个部分。此外,也可以将第二供电线路21A作为圆周以外的环状、例如沿着正方形的外周的形状。在该情况下,只要使沿着相互对置的两个边的部分的粗细相等即可。

[0044] 将与第二层第二供电线路22A连接的部位和与供电点32B连接的部位作为两端的线段通过圆周的中心。从与第二层第二供电线路22A连接的部位到与供电点32A连接的部位的部分相对较粗,与两个供电点32A和供电点32B连接的部分相对较细。

[0045] 从图2A所示的第二供电元件32的中心向两个供电点32A、32B延伸的两条半径所形成的中心角为90°。由于向这两个供电点32A、32B供给具有90°的相位差的高频信号,因此从第二供电元件32放射的电波为圆极化波。

[0046] 从图2A所示的第一供电元件31的中心朝向两个供电点31A、31B的两条半径所形成的中心角为90°。若向供电点31A、31B中的一个供电点供给高频信号，则从第一供电元件31放射的电波为直线极化波。若向供电点31A、31B分别供给具有90°的相位差的高频信号，则从第一供电元件31放射的电波为圆极化波。

[0047] 由第一层接地面21G(图1)、第一供电元件31以及第二供电元件32构成堆叠型贴片天线。在一般的堆叠型贴片天线中，在当俯视时与第一供电元件31重叠的区域中的除了使供电用的导通孔V通过的间隙孔外的整个区域配置接地面21G(图1)。与此相对，在第一实施例中，在与接地面21G相同的第一层导体层21(图1)配置有第二供电线路21A。

[0048] 以下，对于在与接地面21G相同的第一层导体层21配置第二供电线路21A的结构对天线特性产生的影响进行说明。

[0049] 若向第一供电元件31供给高频信号，则电场集中在第一供电元件31的边缘与接地面21G之间。由于电场不集中在配置有第二供电线路21A的区域，因此第二供电线路21A对第一供电元件31的动作产生的影响较小。为了确认第二供电线路21A对第一供电元件31的动作产生的影响较小而进行了模拟。参照图3A～图4B的附图对该模拟结果进行说明。

[0050] 图3A和图3B是表示天线装置的两个模拟模型的立体图。图3A所示的模拟模型与第一实施例的天线装置(图1、图2)同样地、在第一层导体层21(图1)配置有第二供电线路21A。从端口P1经由第二层第二供电线路22A、第一层第二供电线路21A向第二供电元件32的两个供电点32A、32B供给高频信号。从端口P2、P3分别经由第一供电线路22B、22C向第一供电元件31的两个供电点31A、31B供给高频信号。

[0051] 在图3B所示的模拟模型中，未配置第一层第二供电线路21A(图3A)。从两个端口P1、P6分别经由第二供电线路22A、22D向第二供电元件32的两个供电点32A、32B供给高频信号。求出从端口P2、P3输入高频信号时的反射系数S(2,2)、S(3,3)。

[0052] 图4A和图4B分别是表示图3A和图3B的模拟模型的反射系数的图表。横轴用单位“GHz”表示频率，纵轴用单位“dB”表示S参数的值。在图3A和图3B中的任意一个模拟模型中，在第一供电元件31的谐振频率40GHz下，反射系数S(2,2)、S(3,3)都示出了向下的峰值。通过该模拟，确认了即使在与接地面21G(图1)相同的第一层导体层21配置第二供电线路21A，第一供电元件31的动作也不会受到较大的影响。

[0053] 另外，在一般的贴片天线中，为了提高供电元件与供电线路的隔离度，在供电元件与供电线路之间配置接地面。然而，在第一实施例的天线装置中，在第二供电元件32(图1)与第二供电线路21A(图1)之间未配置接地面。接下来，参照图5A～图6的附图，对在第二供电元件32与第二供电线路21A之间未配置接地面的结构对天线特性产生的影响进行说明。

[0054] 为了确认第二供电元件32与第二供电线路21A的隔离度的程度而进行了模拟。

[0055] 图5A和图5B是天线装置的模拟模型的剖视图。在图5A所示的模拟模型中，代替第一实施例的天线装置的第二供电线路21A，在第一层导体层21配置有布线21X。布线21X的两端分别与配置于第二层导体层22的布线22X、22Y连接。

[0056] 在配置于第一层导体层21的接地面21G以及布线21X与第二供电元件32之间配置有第一供电元件31。从配置于第二层导体层22的第二供电线路22A经由贯通接地面21G和第一供电元件31的导通孔V向第二供电元件32供给高频信号。第一供电元件31的谐振频率为40GHz，第二供电元件32的谐振频率为60GHz。

[0057] 在图5B所示的模拟模型中,从图5A所示的模拟模型中去除第一供电元件31。

[0058] 第二供电线路22A与端口P1连接,布线22X、22Y分别与端口P4、P5连接。通过模拟求出从端口P1输入高频信号时的从端口P1到端口P4、P5的S参数S(1,4)、S(1,5)。

[0059] 图6是表示模拟结果的图表。横轴用单位“GHz”表示频率,纵轴用单位“dB”表示S参数的计算值。图6的图表中的粗实线和细实线分别表示图5A所示的模拟模型的通过系数S(1,4)和S(1,5)。粗虚线和细虚线分别表示图5B所示的模拟模型的通过系数S(1,4)和S(1,5)。

[0060] 在配置有第一供电元件31的模拟模型(图5A)中,与未配置第一供电元件31的模拟模型(图5B)相比,可知在第二供电元件32的谐振频率60GHz的附近,S(1,4)、S(1,5)降低10dB左右。这意味着第二供电元件32与布线21X之间的隔离度较高。

[0061] 如图5A所示,确认了若在第二供电元件32与布线21X之间配置第一供电元件31,则两者的隔离度提高。这意味着在第一实施例的天线装置(图1、图2)中,第二供电元件32与第二供电线路21A之间的隔离度的降低被抑制。在第二供电元件32的谐振频率60GHz下,S(1,4)、S(1,5)为-35dB以下。这意味着在第一实施例的天线装置中,确保了第二供电元件32与第二供电线路21A之间的充分的隔离度。

[0062] 接下来,参照图7A~图10的附图,对第一供电元件31的供电点31A、31B与第二供电元件32的供电点32A、32B的优选的位置关系进行说明。

[0063] 图7A和图7B是着眼于第一供电元件31和第二供电元件32的供电点的位置的俯视图。将第一供电元件31和第二供电元件32的俯视时的几何中心标记为0。从几何中心0朝向第一供电元件31的两个供电点31A、31B的两条半径所形成的中心角 $\alpha$ 以及从几何中心0朝向第二供电元件32的两个供电点32A、32B的两条半径所形成的中心角 $\alpha$ 均为90°。

[0064] 图7A示出了在俯视时,几何中心0、第一供电元件31的一个供电点31A以及第二供电元件32的一个供电点32A位于一条直线上,几何中心0、第一供电元件31的另一个供电点31B以及第二供电元件32的另一个供电点32B也位于一条直线上的状态。图7B示出了使第一供电元件31的两个供电点31A、31B以几何中心0为中心旋转移动了角度 $\theta$ 后的状态。图7A所示的状态相当于角度 $\theta=0^\circ$ 的状态。

[0065] 从端口P1经由第二供电线路22A、21A向第二供电元件32的两个供电点32A、32B供给高频信号。从端口P2、P3分别经由第一供电线路22B、22C向第一供电元件31的供电点31A、31B供给高频信号。

[0066] 图8是表示在角度 $\theta=0^\circ$ 时,从端口P1、P2、P3分别输入了高频信号时的反射系数S(1,1)、S(2,2)、S(3,3)的模拟结果的图表。横轴用单位“GHz”表示频率,纵轴用单位“dB”表示S参数的计算值。图表中的实线、粗虚线以及细虚线分别表示反射系数S(1,1)、S(2,2)、S(3,3)。可知在频率40GHz的附近第一供电元件31谐振,在60GHz的附近第二供电元件32谐振。即使使角度 $\theta$ 变化,反射系数S(1,1)、S(2,2)、S(3,3)的倾向也不会有较大的变化。

[0067] 图9A和图9B是表示从端口P1输入了高频信号时的向端口P2、P3的通过系数S(1,2)、S(1,3)的模拟结果的图表。横轴用单位“GHz”表示频率,纵轴用单位“dB”表示S参数的计算值。图表中的实线和虚线分别表示通过系数S(1,2)、S(1,3)。图9A表示角度 $\theta=0^\circ$ 的状态的模拟结果,图9B表示角度 $\theta=45^\circ$ 的状态的模拟结果。

[0068] 从端口P1向第二供电元件32供给的高频信号与第一供电元件31耦合并从端口P2、

P3输出。由于优选第一供电元件31与第二供电元件32的隔离度较高,因此优选通过系数S(1、2)、S(1、3)较小。在第二供电元件32的谐振频率60GHz下,在角度 $\theta=0^\circ$ 时,S(1、2) = -13.5dB,S(1、3) = -10.62dB。与此相对,在角度 $\theta=45^\circ$ 时,S(1、2) = -19.59dB,S(1、3) = -17.64dB。从该结果可知,在提高隔离度这一点上,与将角度 $\theta$ 设为 $0^\circ$ 相比优选设为 $45^\circ$ 。

[0069] 使角度 $\theta$ 从 $0^\circ$ 变化到 $360^\circ$ ,求出通过系数S(1、2)、S(1、3)。

[0070] 图10是表示通过系数S(1、2)、S(1、3)与角度 $\theta$ 的关系的图表。横轴用单位“度”表示角度 $\theta$ ,纵轴用单位“dB”表示S参数的计算值。图表中的粗虚线和细虚线分别表示通过系数S(1、2)和S(1、3)。图表中的粗实线是将通过系数S(1、2)和S(1、3)中值较大的一方(即,特性较差的一方)的通过系数连接而成的线。将通过系数S(1、2)和S(1、3)中值较大的一方的通过系数标记为SL。即,SL = max(S(1、2), S(1、3))。可知在角度 $\theta$ 为 $45^\circ$ 、 $135^\circ$ 、 $225^\circ$ 、 $315^\circ$ 的附近R45、R135、R225、R315处,通过系数SL减小。即,可知在角度 $\theta$ 为 $45^\circ+90^\circ \times n$ (n=0,1,2,3)的附近,通过系数SL减小。

[0071] 另外,在角度 $\theta=45^\circ+90^\circ \times n \pm 10^\circ$ 的范围内,与角度 $\theta=0^\circ+90^\circ \times n$ 的情况相比,通过系数SL减小。即,在角度 $\theta=45^\circ+90^\circ \times n \pm 10^\circ$ 的范围内,在提高隔离度这一点上确认了优越性。为了提高隔离度,优选配置供电点,使得通过第一供电元件31的几何中心O和供电点31A、31B中的一个供电点的直线与通过第二供电元件32的几何中心O和供电点32A、32B中的一个供电点的直线所形成的角度(小于 $90^\circ$ 的一方的角度)为 $35^\circ$ 以上且 $55^\circ$ 以下。

[0072] 接下来,对第一实施例的优异效果进行说明。

[0073] 在第一实施例中,在与针对第一供电元件31作为接地发挥功能的接地面21G(图1)相同的第一层导体层21配置有第二供电线路21A。与禁止向第一层导体层21配置供电线的情况相比,供电线路的配置的自由度提高。由于不需要将第二供电线路21A配置在其他导体层,因此能够得到其他导体层的布线的配置的自由度提高这样的优异效果。其结果是,能够抑制导体层的层数的增大,能够实现天线装置的轻薄化。另外,如参照图3A~图6的附图进行说明的那样,即使在与接地面21G相同的第一层导体层21配置第二供电线路21A,对天线特性产生的影响也较小。

[0074] 接下来,对第一实施例的变形例进行说明。

[0075] 在第一实施例中,由 $90^\circ$ 混合电路构成向第二供电元件32的两个供电点32A、32B以 $90^\circ$ 的相位差供给高频信号的第二供电线路21A,但作为第二供电线路21A,也可以使用其他结构的传输线路。例如,也可以从一条传输线路分支成两条传输线路,将分支后的两条传输线路分别与供电点32A、32B连接。在该情况下,为了使圆极化波放射,可以使从分支点到两个第二供电点32A、32B的两条传输线路的电气长度之差成为相当于第二供电元件32的谐振频率的波长的 $1/4$ 。

[0076] 也可以在第二供电元件32装载无供电元件。通过使第二供电元件32和无供电元件双谐振,能够实现宽频带化。

[0077] [第二实施例]

[0078] 接下来,参照图11对第二实施例的天线装置进行说明。以下,对于与参照图1~图10的附图进行说明的第一实施例的天线装置共用的结构省略说明。

[0079] 图11是第二实施例的天线装置的示意立体图。在第一实施例的天线装置(图2)中,在第一供电元件31设置有两个供电点31A、31B,在第二供电元件32设置有两个供电点32A、

32B。与此相对,在第二实施例中,在第一供电元件31设置有一个供电点31A,在第二供电元件32设置有一个供电点32A。

[0080] 在第一实施例中,配置于第一层导体层21的第二供电线路21A(图2)为圆周状,但在第二实施例中,第二供电线路21A例如为直线状。第二供电线路21A的一端经由导通孔V与第二供电元件32的供电点32A连接。第二供电线路21A的另一端经由导通孔V与第二层第二供电线路22A连接。在俯视时,配置于第二层导体层22的布线22E与配置于第一层导体层21的第二供电线路21A交叉。

[0081] 从布线22E观察,供电点32A和第二层第二供电线路22A配置在彼此相反侧。在俯视时,将通过第一供电元件31的几何中心O和供电点31A的直线与通过第二供电元件32的几何中心O和供电点32A的直线所形成的角度标记为θ。若使角度θ变化,则第一供电元件31与第二供电元件32的隔离度发生变化。

[0082] 接下来,对第二实施例的优异效果进行说明。

[0083] 在第二实施例中也与第一实施例同样地、在与接地面21G(图1)相同的第一层导体层21(图1)配置有第二供电线路21A。因此,能够得到供电线路的配置的自由度提高这样的优异效果。例如,能够将与第二供电线路21A交叉的布线22E配置于与第二层第二供电线路22A相同的第二层导体层22(图1)。

[0084] 在第二实施例中,从第一供电元件31和第二供电元件32放射直线极化波的电波。在两个直线极化波的极化面正交的情况下,第一供电元件31与第二供电元件32的隔离度最高。为了提高隔离度,优选使角度θ成为90°。此外,根据与参照图10说明的第一实施例相同的想法,优选使角度θ成为80°以上且100°以下。

[0085] 接下来,对第二实施例的变形例进行说明。在第二实施例中,在第一供电元件31和第二供电元件32各设置一个供电点,但也可以在一个供电元件设置两个供电点。当在第二供电元件32设置两个供电点的情况下,与第一实施例(图2)同样地可以将第二供电线路21A配置成被供给到两个供电点的高频信号具有90°的相位差。

[0086] [第三实施例]

[0087] 接下来,参照图12A和图12B对第三实施例的天线装置进行说明。以下,对于与参照图1~图10的附图进行说明的第一实施例的天线装置共用的结构省略说明。

[0088] 图12A是第三实施例的天线装置的示意立体图,图12B是表示第一供电元件31和第二供电元件32的位置关系的俯视图。在第一实施例的天线装置中,第一供电元件31和第二供电元件32是圆形。与此相对,在第三实施例中,第一供电元件31和第二供电元件32是正方形。第一供电元件31的两个供电点31A、31B配置在连结第一供电元件31的相互相邻的两条边的中点与第一供电元件31的几何中心O的线段上。同样地,第二供电元件32的两个供电点32A、32B配置在连结第二供电元件32的相互相邻的两条边的中点与第二供电元件32的几何中心O的线段上。

[0089] 与第一实施例同样,将通过第一供电元件31的几何中心O和第一供电元件31的一个供电点31A的直线与通过第二供电元件32的几何中心O和第二供电元件32的一个供电点32A的直线所形成的角度(小于90°的角度)标记为θ。在第一实施例中,在俯视时第二供电元件32配置在第一供电元件31的外周线的内侧。与此相对,在第三实施例中,有在俯视时第二供电元件32的顶点的附近向第一供电元件31的外侧露出的情况。

[0090] 与第一实施例同样,在与接地面21G相同的第一层导体层21配置有第二供电线路21A。在图12A中,将第二供电线路21A表示为直线状,但也可以与第一实施例(图2)同样地使第二供电线路21A为圆周状。

[0091] 接下来,对第三实施例的优异效果进行说明。

[0092] 在第三实施例中也与第一实施例同样,能够得到供电线路的配置的自由度提高这样的优异效果。另外,为了提高第一供电元件31与第二供电元件32的隔离度,优选使角度 $\theta$ 为35°以上且55°以下。

[0093] 接下来,对第三实施例的变形例进行说明。在第三实施例中,使第一供电元件31和第二供电元件32在俯视时的形状为正方形,但也可以为其他形状。例如,也可以为长方形、将四角切成正方形而成的方形等。另外,也可以使第一供电元件31和第二供电元件32的一方为方形,使另一方为圆形。能够使第一供电元件31和第二供电元件32为各种形状,但在任何形状的情况下,都可以使第一供电元件31的谐振频率低于第二供电元件32的谐振频率。

[0094] [第四实施例]

[0095] 接下来,参照图13和图14对第四实施例的通信装置进行说明。第四实施例的通信装置包含第一实施例~第三实施例中的任意一个实施例的天线装置、或者它们的变形例的天线装置。

[0096] 图13是第四实施例的通信装置所包含的天线模块100的剖视图。在一片电介质多层基板50设置有多个天线元件30。多个天线元件30配置成一维或二维的阵列状,构成阵列天线。

[0097] 多个天线元件30分别包含第一供电元件31和第二供电元件32。电介质多层基板50在其内部包含第一层导体层21和该第一层导体层21下侧的多层布线结构。第一层导体层21包含接地面21G和对每个天线元件30配置的第二供电线路21A。接地面21G、第二供电线路21A、第一供电元件31以及第二供电元件32的结构与第一实施例~第三实施例中的任意一个实施例的天线装置的结构相同。

[0098] 在电介质多层基板50的下表面安装有高频集成电路元件(RFIC)110。高频集成电路元件110经由设置于电介质多层基板50内的布线与多个天线元件30的第一供电元件31以及第二供电元件32连接。

[0099] 图14是第四实施例的通信装置的框图。第四实施例的通信装置包含天线模块100和基带集成电路元件(BBIC)135。天线模块100包含高频集成电路元件110和天线装置130。天线装置130包含多个天线元件30。

[0100] 天线模块100将从基带集成电路元件135输入的基带信号或中频信号上变频为高频信号并从天线装置130发送。并且,对由天线装置130接收到的高频信号进行下变频并输出到基带集成电路元件135。

[0101] 接下来,对高频集成电路元件110的结构和功能进行说明。高频集成电路元件110具备多个收发系统120。多个收发系统120分别包含移相器115、衰减器114、开关113、功率放大器112T、低噪声放大器112R以及开关111。每四个收发系统具备合成分波器116、开关117、混频器118以及放大电路119。多个收发系统120包含:对天线元件30的低频侧的第一供电元件31的收发信号进行处理的收发系统120和对高频侧的第二供电元件32的收发信号进行处理的收发系统120。

[0102] 从基带集成电路元件135向放大电路119输入应发送的信号。放大电路119放大被输入的信号,混频器118对被放大的信号进行上变频。已被上变频的高频信号经由开关117被输入到合成分波器116。被合成分波器116分波后的多个高频信号被分别输入到收发系统120的移相器115。

[0103] 在移相器115中接受到规定的相位延迟的高频信号经由衰减器114、开关113、功率放大器112T以及开关111被供给到天线装置130的天线元件30。

[0104] 由天线元件30接收到的高频信号经由开关111、低噪声放大器112R、开关113、衰减器114以及移相器115被输入到合成分波器116。由合成分波器116合成的接收信号经由开关117被输入到混频器118。混频器118对接收信号进行下变频。由混频器118进行下变频后的信号经由放大电路119被输入到基带集成电路元件135。

[0105] 接下来,对第四实施例的优异效果进行说明。

[0106] 第四实施例的通信装置搭载有第一实施例~第三实施例中的任意一个实施例的天线装置。因此,与第一实施例~第三实施例的实施例同样地,能够得到天线装置内的供电线路的配置的自由度提高这样的优异效果。因此,能够抑制电介质多层基板50(图13)内的导体层的层数增加。由于导体层的层数的增加被抑制,因此能够使天线模块变得轻薄。

[0107] [第五实施例]

[0108] 接下来,参照图15对第五实施例的天线装置进行说明。以下,对于与参照图1~图10的附图进行说明的第一实施例的天线装置相同的结构省略说明。

[0109] 图15是第五实施例的天线装置的剖视图。第一实施例的天线装置(图1)包含第一供电元件31和第二供电元件32这两个供电元件。与此相对,第五实施例的天线装置除了第一供电元件31和第二供电元件32之外,还包含与第二供电元件32隔开间隔地配置的平板状的第三供电元件33。在俯视时,第三供电元件33与第二供电元件32部分重叠。即,按照第一供电元件31、第二供电元件32以及第三供电元件33的顺序层叠第一供电元件31、第二供电元件32以及第三供电元件33。

[0110] 在第三层导体层23的下侧配置有第三供电线路24A。第三供电线路24A经由穿过设置于接地面23G、22G、21G、第一供电元件31以及第二供电元件32的间隙孔的导通孔V与第三供电元件33连接。

[0111] 第三供电元件33的谐振频率比第二供电元件32的谐振频率高。例如,在俯视时,第三供电元件33的面积小于第二供电元件32的面积。

[0112] 接下来,对第五实施例的优异效果进行说明。

[0113] 第五实施例的天线装置能够进行三个频带的电波的收发。另外,与第一实施例同样,在与接地面21G相同的第一层导体层21配置有第二供电线路21A,因此能够得到供电线路的配置的自由度提高这样的优异效果。

[0114] 接下来,对第五实施例的变形例进行说明。在第五实施例中,第三供电元件33的谐振频率比第二供电元件32的谐振频率高,但相反地也可以为第二供电元件32的谐振频率比第三供电元件33的谐振频率高。在该情况下,第一供电元件31的谐振频率低于第二供电元件32和第三供电元件33中的任意一个供电元件的谐振频率。

[0115] 在第五实施例中,在与接地面21G相同的第一层导体层21配置有与第二供电元件32连接的第二供电线路21A。也可以代替第二供电线路21A、或者追加到第二供电线路21A,

将与第三供电元件33连接的供电线路配置于第一层导体层21。在该情况下，在俯视时，配置于第一层导体层21的供电线路也可以配置在第一供电元件31的外周线的内侧。

[0116] 在第五实施例中，层叠有第一供电元件31、第二供电元件32以及第三供电元件33这三个供电元件，但也可以层叠四个以上的平板状的供电元件。另外，在第五实施例中，将与第三供电元件33连接的第三供电线路24A配置在第三层导体层23的下侧，但也可以配置在第二层导体层22。

[0117] 上述的各实施例是例示，当然能够部分置换或者部分组合在不同的实施例中示出的结构。不在每个实施例中依次提及由多个实施例的相同的结构所带来的相同的作用效果。并且，本发明并不限定于上述的实施例。例如，本领域技术人员明确能够进行各种变更、改进、组合等。

[0118] 附图标记说明

[0119] 21…第一层导体层；21A…第一层第二供电线路；21G…接地面；21X…布线；22…第二层导体层；22A…第二层第二供电线路；22B、22C…第一供电线路；22D…第二层第二供电线路；22E…布线；22G…接地面；22X、22Y…布线；23…第三层导体层；23G…接地面；24A…第三供电线路；30…天线元件；31…第一供电元件；31A、31B…供电点；32…第二供电元件；32A、32B…供电点；33…第三供电元件；50…电介质多层基板；100…天线模块；110…高频集成电路元件(RFIC)；111…开关；112T…功率放大器；112R…低噪声放大器；113…开关；114…衰减器；115…移相器；116…合成分波器；117…开关；118…混频器；119…放大电路；120…收发系统；130…天线装置；135…基带集成电路元件(BBIC)。

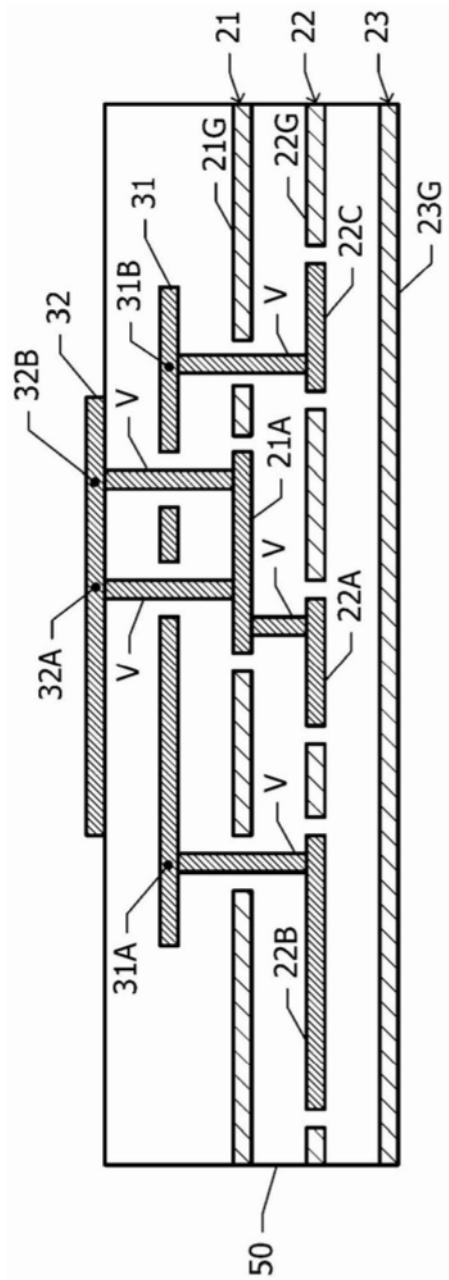


图1

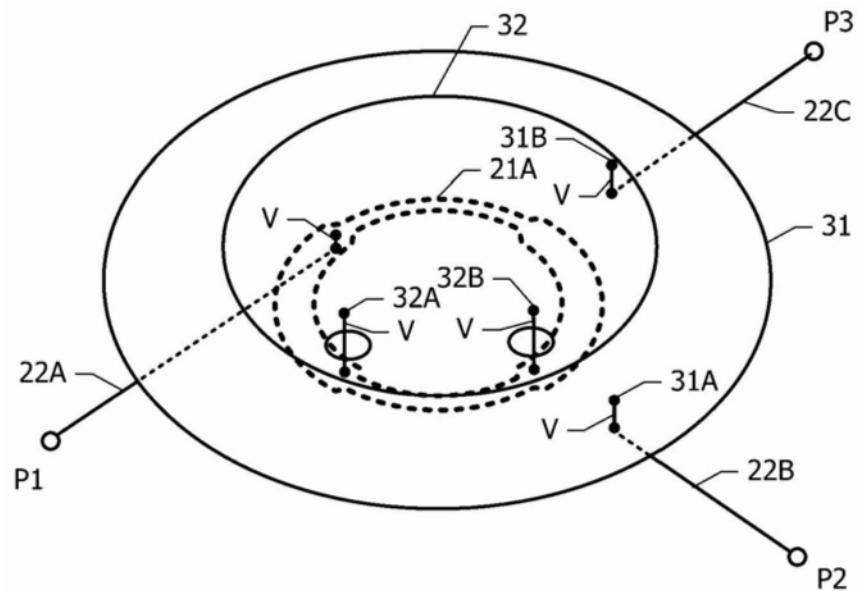


图2A

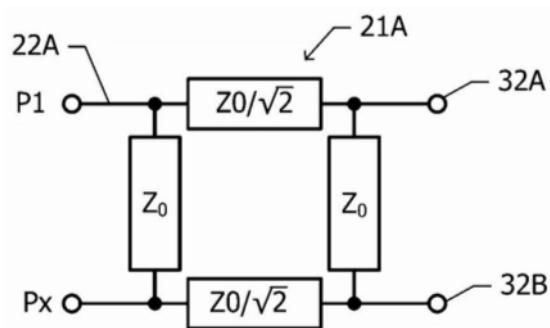


图2B

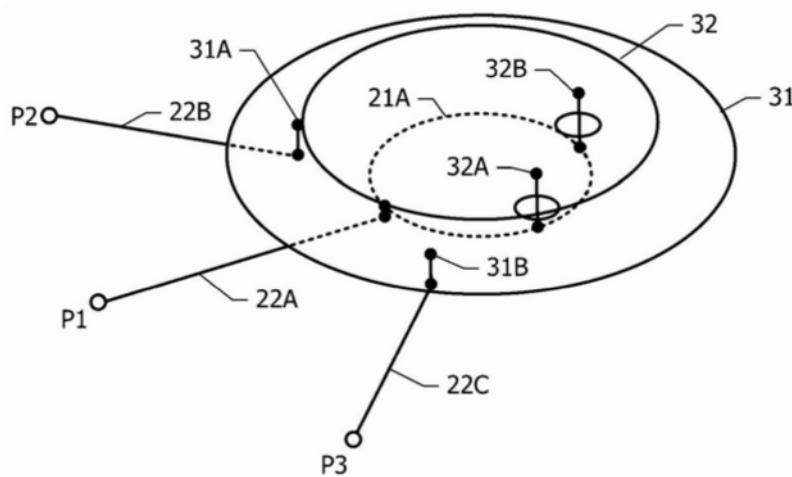


图3A

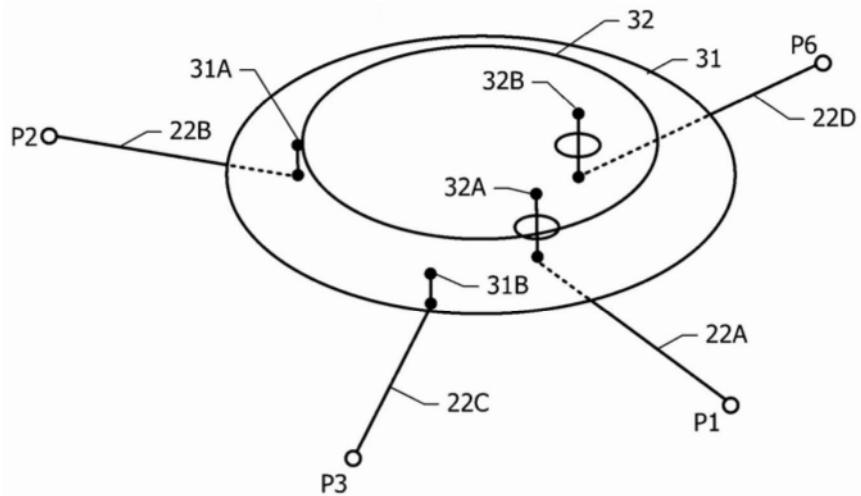


图3B

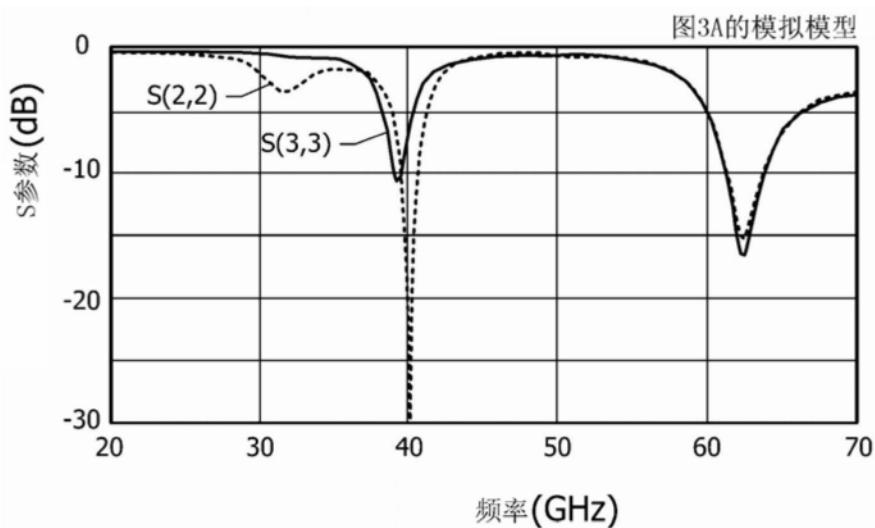


图4A

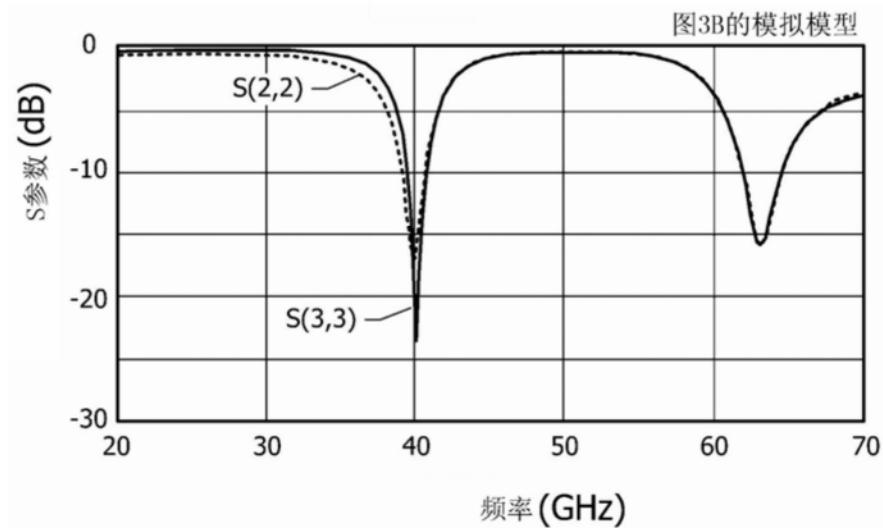


图4B

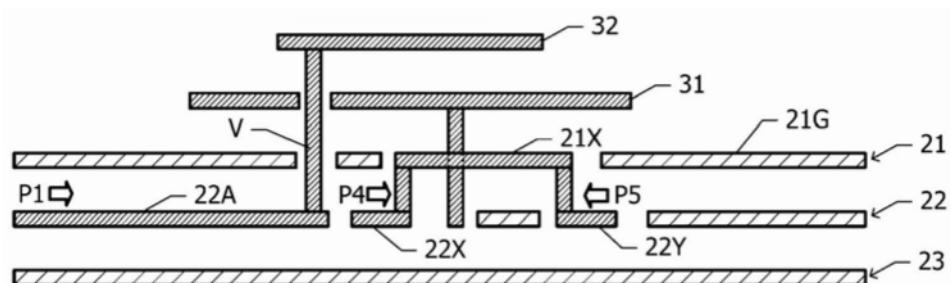


图5A

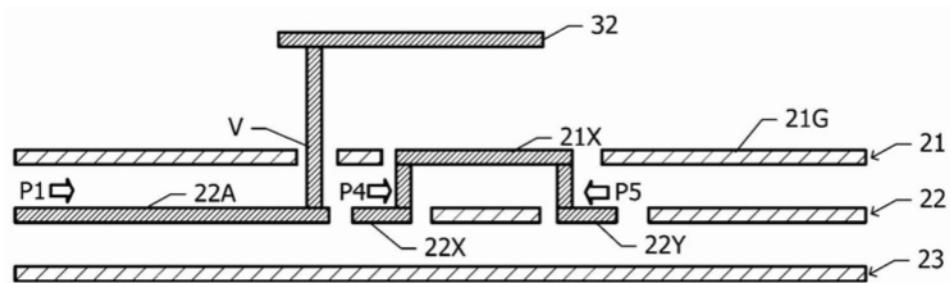


图5B

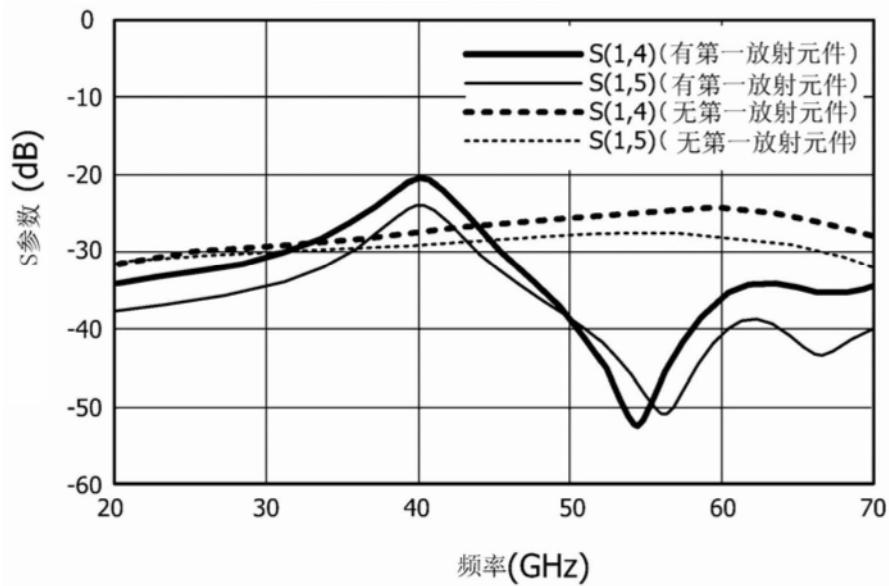


图6

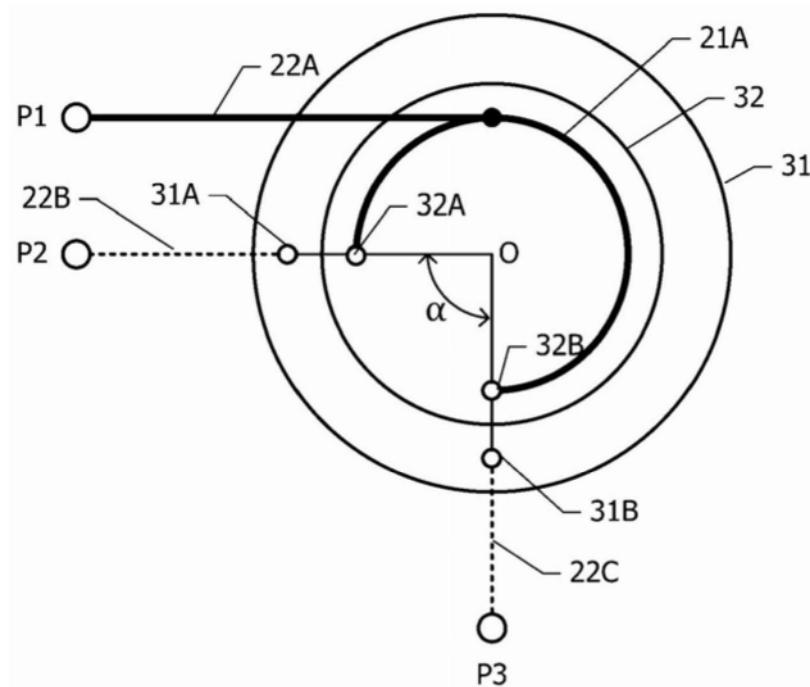


图7A

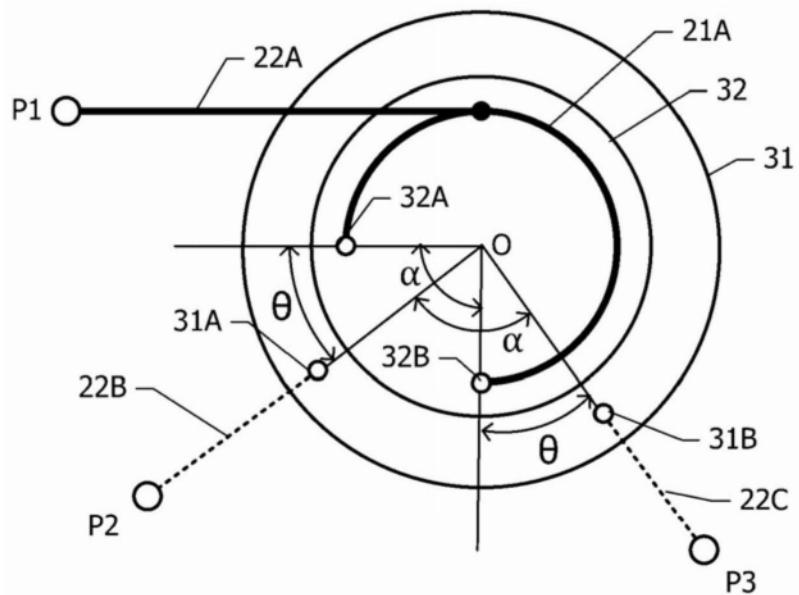


图7B

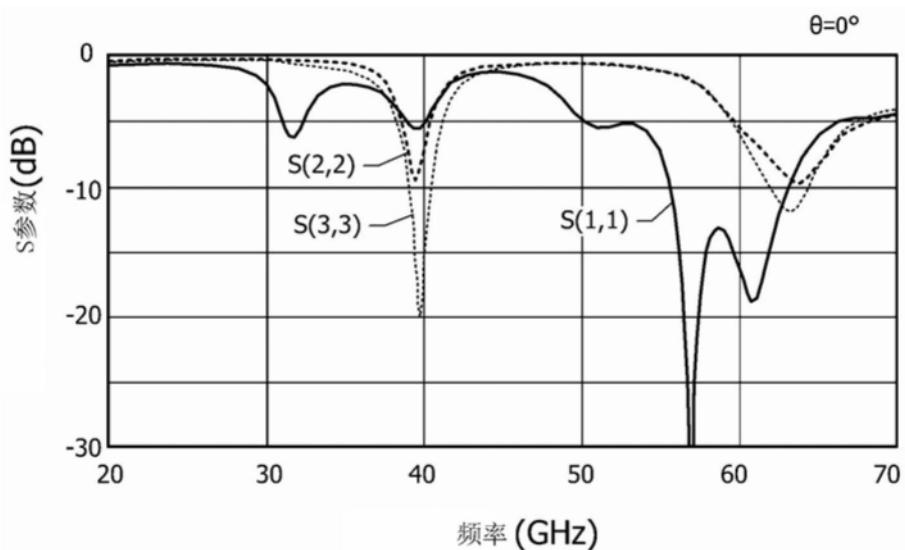


图8

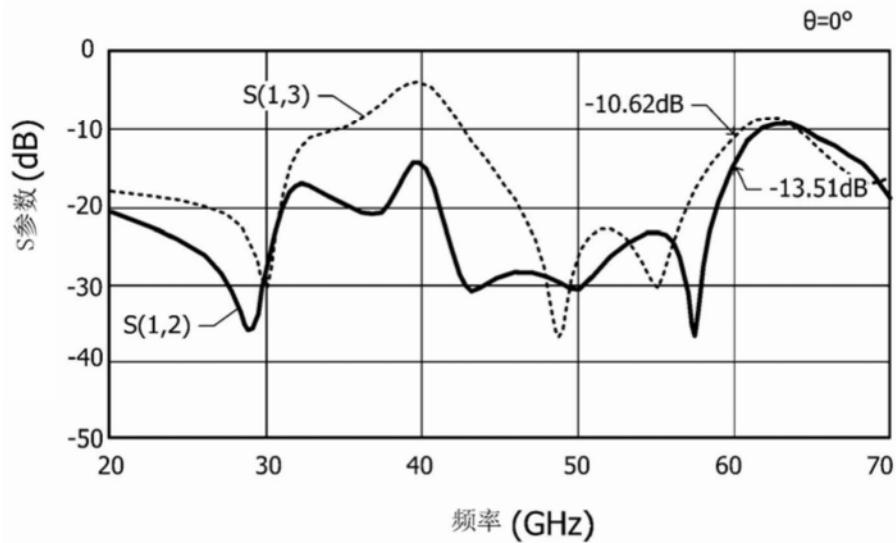


图9A

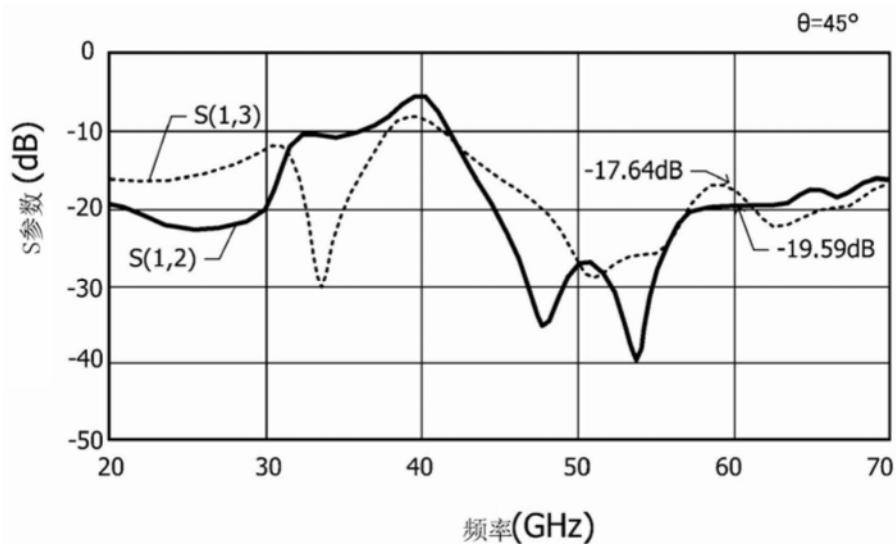


图9B

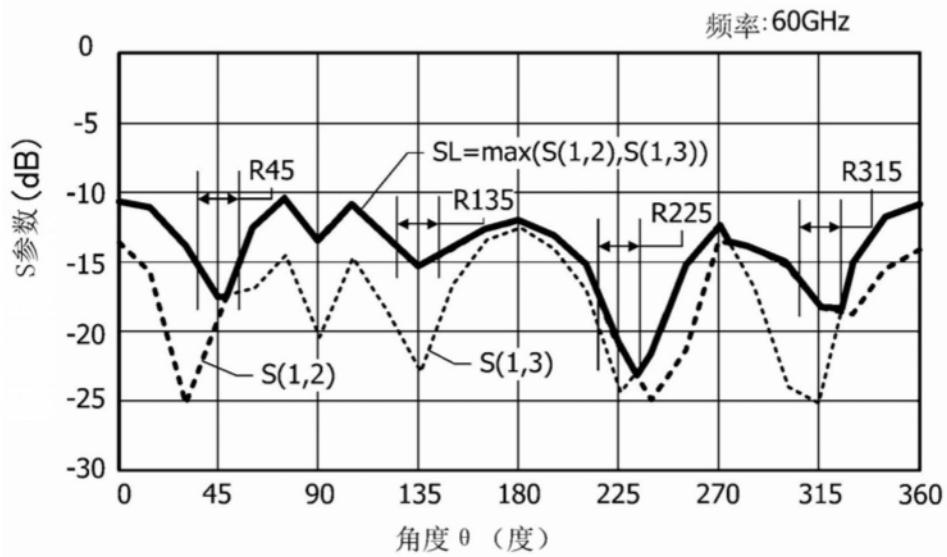


图10

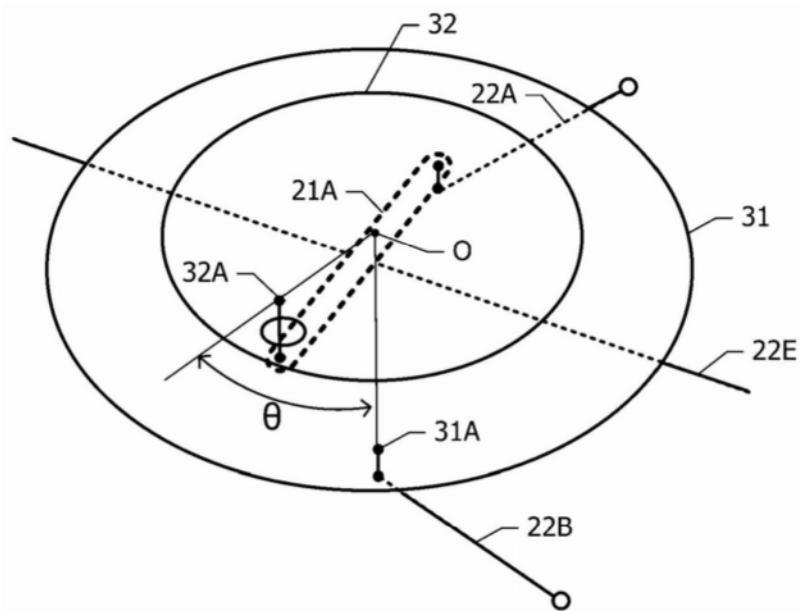


图11

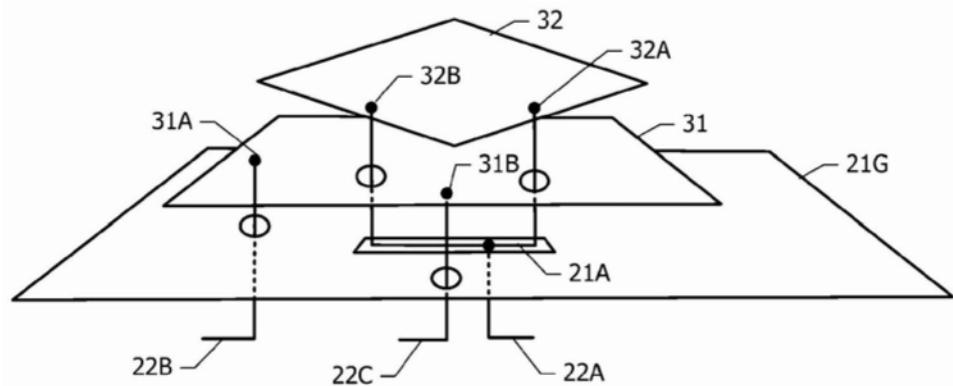


图12A

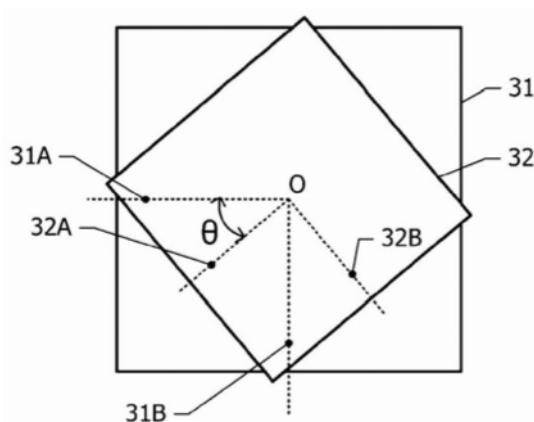


图12B

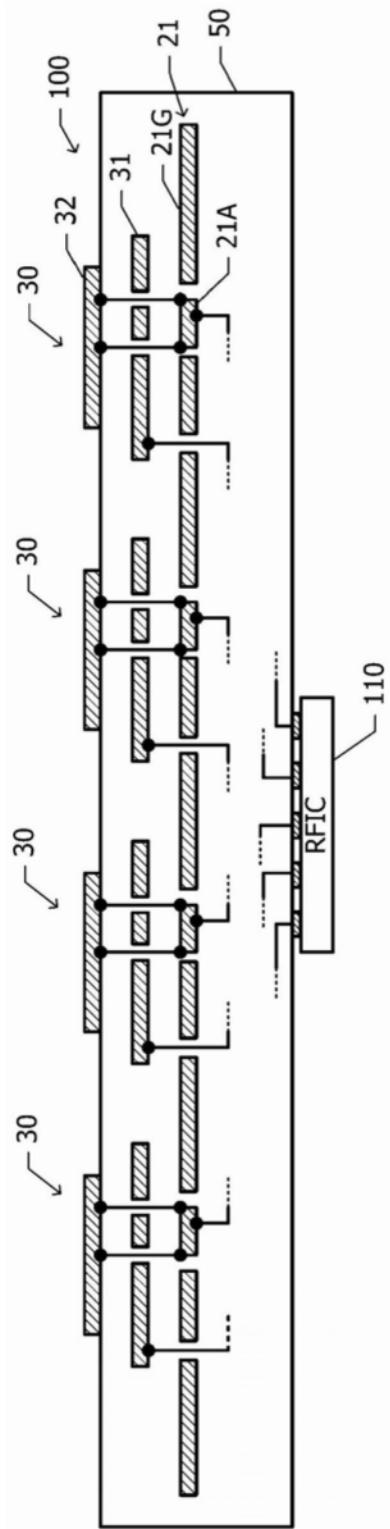


图13

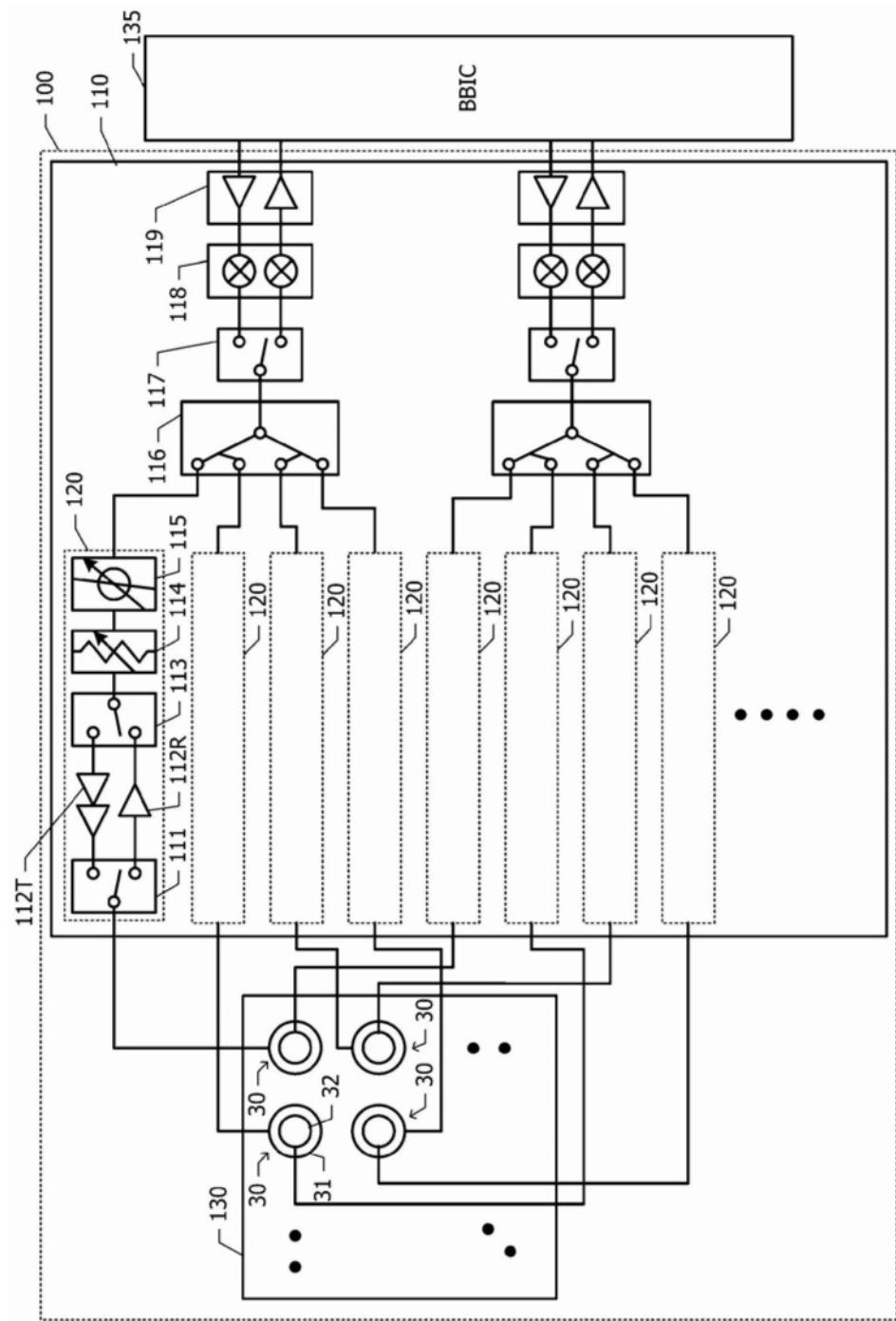


图14

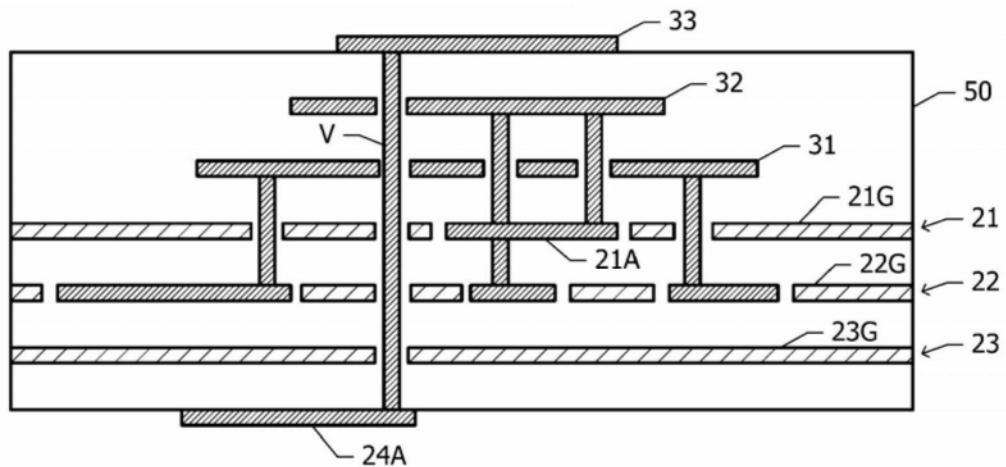


图15