



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119404379 A

(43) 申请公布日 2025. 02. 07

(21) 申请号 202380048232.1

(22) 申请日 2023.03.08

(30) 优先权数据

2022-101195 2022.06.23 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.12.19

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/008827 2023.03.08

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/248550 JA 2023.12.28

(71) 申请人 株式会社村田制作所

地址 日本

(72) 发明人 森本秀行 尾仲健吾 家村真人

森泉

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

务所(普通合伙) 11277

专利代理师 刘新宇 严美善

(51) Int.Cl.

H01Q 23/00 (2006.01)

H01Q 1/24 (2006.01)

H01Q 21/00 (2006.01)

H01Q 21/24 (2006.01)

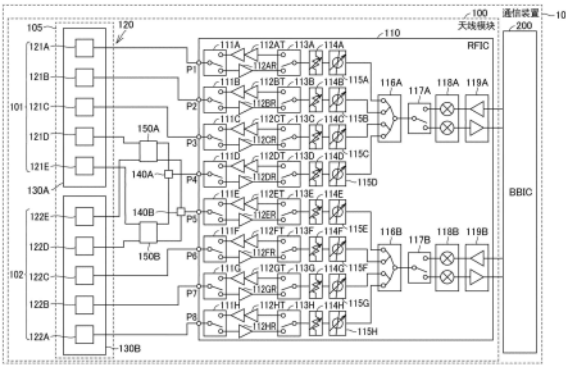
权利要求书3页 说明书18页 附图25页

(54) 发明名称

天线模块和搭载有该天线模块的通信装置

(57) 摘要

在天线模块(100)中,各混合耦合器(150A、150B)具有输入端子(IN1、IN2)和输出端子(OUT1、OUT2),各分配器(140A、140B)将来自RFIC(110)的高频信号分配到两个方向,分配器(140A)将来自RFIC的第一信号分配给各混合耦合器中的输入端子(IN1),分配器(140B)将来自RFIC的第二信号分配给各混合耦合器中的输入端子(IN2),混合耦合器(150A)的输出端子(OUT1、OUT2)分别与辐射元件(121D、122D)连接,混合耦合器(150B)的输出端子(OUT1、OUT2)分别与辐射元件(121E、122E)连接,在各混合耦合器中,向输入端子(IN1、IN2)供给的高频信号的相位差被设定为 90° 。



1. 一种天线模块,具备:

第一天线组,其包括第一辐射元件和第二辐射元件;

第二天线组,其包括第三辐射元件和第四辐射元件;

第一混合耦合器及第二混合耦合器,所述第一混合耦合器及第二混合耦合器中的各混合耦合器具有第一输入端子及第二输入端子以及第一输出端子及第二输出端子;

馈电电路,其用于向所述第一天线组和所述第二天线组中包括的各辐射元件供给高频信号;以及

第一分配器及第二分配器,所述第一分配器及第二分配器将来自所述馈电电路的高频信号分配到两个方向,

所述第一天线组和所述第二天线组能够辐射第一频带的电波,

所述第一分配器将来自所述馈电电路的第一信号分配给各混合耦合器中的第一输入端子,

所述第二分配器将来自所述馈电电路的第二信号分配给各混合耦合器中的第二输入端子,

所述第一混合耦合器的第一输出端子及第二输出端子分别与所述第一辐射元件及所述第三辐射元件连接,

所述第二混合耦合器的第一输出端子及第二输出端子分别与所述第二辐射元件及所述第四辐射元件连接,

在各混合耦合器中,向第一输入端子和第二输入端子供给的高频信号的相位差被设定为 90° 。

2. 根据权利要求1所述的天线模块,其中,

所述天线模块还具备第一基板及第二基板,所述第一基板及第二基板的法线方向彼此不同,

所述第一天线组配置于所述第一基板,

所述第二天线组配置于所述第二基板。

3. 根据权利要求2所述的天线模块,其中,

所述天线模块还具备:

第一移相器,其与所述第二混合耦合器的第一输入端子连接,使来自所述馈电电路的所述第一信号的相位变化;以及

第二移相器,其与所述第二混合耦合器的第二输入端子连接,使来自所述馈电电路的所述第二信号的相位变化。

4. 根据权利要求3所述的天线模块,其中,

所述第一移相器使所述第一信号的相位变化 120° ,

所述第二移相器使所述第二信号的相位变化 120° 。

5. 根据权利要求2所述的天线模块,其中,

所述天线模块还具备:

第三移相器,其与所述第二混合耦合器的第一输出端子连接,使向所述第二辐射元件输出的信号的相位变化;以及

第四移相器,其与所述第一混合耦合器的第二输出端子连接,使向所述第三辐射元件

输出的信号的相位变化。

6. 根据权利要求5所述的天线模块, 其中,
所述第三移相器使向所述第二辐射元件输出的信号的相位变化 120° ,
所述第四移相器使向所述第三辐射元件输出的信号的相位变化 120° 。

7. 根据权利要求1所述的天线模块, 其中,
所述天线模块还具备第一基板及第二基板, 所述第一基板及第二基板的法线方向彼此不同,

所述第一辐射元件和所述第三辐射元件配置于所述第一基板,
所述第二辐射元件和所述第四辐射元件配置于所述第二基板。

8. 根据权利要求1~7中的任一项所述的天线模块, 其中,
所述天线模块还具备:
第三混合耦合器及第四混合耦合器; 以及
第三分配器及第四分配器,
所述第一天线组还包括第五辐射元件和第六辐射元件,
所述第二天线组还包括第七辐射元件和第八辐射元件,
所述第三分配器将来自所述馈电电路的第三信号分配给所述第三混合耦合器和所述第四混合耦合器中的第一输入端子,

所述第四分配器将来自所述馈电电路的第四信号分配给所述第三混合耦合器和所述第四混合耦合器中的第二输入端子,

所述第三混合耦合器的第一输出端子及第二输出端子分别与所述第五辐射元件及所述第七辐射元件连接,

所述第四混合耦合器的第一输出端子及第二输出端子分别与所述第六辐射元件及所述第八辐射元件连接,

在所述第三混合耦合器和所述第四混合耦合器中的各混合耦合器中, 向第一输入端子和第二输入端子供给的高频信号的相位差被设定为 90° 。

9. 根据权利要求2所述的天线模块, 其中,
所述第一天线组中包括的多个辐射元件在所述第一基板一维地排列,
所述第二天线组中包括的多个辐射元件在所述第二基板一维地排列。

10. 根据权利要求2所述的天线模块, 其中,
所述第一天线组中包括的多个辐射元件在所述第一基板二维地排列,
所述第二天线组中包括的多个辐射元件在所述第二基板二维地排列。

11. 一种天线模块, 具备:
多个辐射元件, 所述多个辐射元件包括第一辐射元件和第二辐射元件, 所述多个辐射元件中的各辐射元件能够辐射以第一方向为极化方向的电波和以第二方向为极化方向的电波;

第一混合耦合器及第二混合耦合器, 所述第一混合耦合器及第二混合耦合器中的各混合耦合器具有第一输入端子及第二输入端子以及第一输出端子及第二输出端子;

馈电电路, 其用于向所述多个辐射元件供给高频信号; 以及

第一分配器及第二分配器, 所述第一分配器及第二分配器将来自所述馈电电路的高频

信号分配到两个方向，

所述第一分配器将来自所述馈电电路的第一信号分配给各混合耦合器中的第一输入端子，

所述第二分配器将来自所述馈电电路的第二信号分配给各混合耦合器中的第二输入端子，

所述第一混合耦合器的第一输出端子与所述第一辐射元件的用于所述第一方向的极化的馈电点连接，

所述第一混合耦合器的第二输出端子与所述第二辐射元件的用于所述第二方向的极化的馈电点连接，

所述第二混合耦合器的第一输出端子与所述第二辐射元件的用于所述第一方向的极化的馈电点连接，

所述第二混合耦合器的第二输出端子与所述第一辐射元件的用于所述第二方向的极化的馈电点连接，

在所述第一混合耦合器及所述第二混合耦合器中的各混合耦合器中，向第一输入端子和第二输入端子供给的高频信号的相位差被设定为 90° 。

12. 根据权利要求11所述的天线模块，其中，

所述第一方向与所述第二方向正交。

13. 根据权利要求11或12所述的天线模块，其中，

所述天线模块还具备：

第一移相器，其与所述第二混合耦合器的第一输入端子连接，使来自所述馈电电路的所述第一信号的相位变化；以及

第二移相器，其与所述第二混合耦合器的第二输入端子连接，使来自所述馈电电路的所述第二信号的相位变化。

14. 一种通信装置，其搭载有根据权利要求1~13中的任一项所述的天线模块。

天线模块和搭载有该天线模块的通信装置

技术领域

[0001] 本公开涉及一种天线模块和搭载有该天线模块的通信装置,更特定地说,涉及一种提高阵列天线的天线特性的技术。

背景技术

[0002] 国际公开第2020/170722号说明书(专利文献1)公开了一种如下的天线模块:在具有弯折成大致L字形状的平板形状的电介质基板中,在法线方向不同的2个面配置有辐射元件。在国际公开第2020/170722号说明书(专利文献1)所公开的天线模块中,能够从电介质基板的各面的辐射元件向不同的方向辐射电波。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:国际公开第2020/170722号说明书

发明内容

[0006] 发明要解决的问题

[0007] 在国际公开第2020/170722号说明书(专利文献1)所公开的天线模块的结构中,对于基板上的各辐射元件,从馈电电路(RFIC)中的对应的输出端口独立地供给高频信号。在这样的结构中,当配置于基板上的辐射元件的数量增加时,RFIC需要有与所配置的辐射元件对应的数量的输出端口。

[0008] 在如上述那样的天线模块中,通常要求高的天线增益和/或宽的辐射范围。为了应对该要求,考虑了增加各基板中的辐射元件的方法。在该情况下,RFIC可能需要有更多的输出端口。特别是,在辐射多个频带的电波的支持多频段的天线的情况和/或辐射2个不同的极化方向的电波的双极化型的天线的情况下,所需的输出端口数量进一步变多。

[0009] 另一方面,在RFIC中,由于对天线模块中的可安装区域等的限制引起的对RFIC的元件尺寸的限制、和/或对RFIC的成本增大的抑制,存在无法充分确保所需的输出端口数量的情况。在这样的情况下,可能成为无法实现期望的天线特性的状态。

[0010] 本公开是为了解决这样的问题而完成的,其目的在于,在RFIC的输出端口数量比辐射元件的数量少的天线模块中提高天线特性。

[0011] 用于解决问题的方案

[0012] 本公开的某个方面所涉及的天线模块具备第一天线组及第二天线组、第一混合耦合器及第二混合耦合器、第一分配器及第二分配器、以及馈电电路。第一天线组包括第一辐射元件和第二辐射元件。第二天线组包括第三辐射元件和第四辐射元件。各混合耦合器具有第一输入端子及第二输入端子以及第一输出端子及第二输出端子。馈电电路向各辐射元件供给高频信号。各分配器将来自馈电电路的高频信号分配到两个方向。各天线组能够辐射第一频带的电波。第一分配器将来自馈电电路的第一信号分配给各混合耦合器中的第一输入端子。第二分配器将来自馈电电路的第二信号分配给各混合耦合器中的第二输入端

子。第一混合耦合器的第一输出端子及第二输出端子分别与第一辐射元件及第三辐射元件连接。第二混合耦合器的第一输出端子及第二输出端子分别与第二辐射元件及第四辐射元件连接。在各混合耦合器中,向第一输入端子和第二输入端子供给的高频信号的相位差被设定为 90° 。

[0013] 本公开的另一方面所涉及的天线模块具备包括第一辐射元件及第二辐射元件的多个辐射元件、第一混合耦合器及第二混合耦合器、第一分配器及第二分配器、以及馈电电路。各辐射元件能够辐射以第一方向为极化方向的电波和以第二方向为极化方向的电波。各混合耦合器具有第一输入端子及第二输入端子以及第一输出端子及第二输出端子。馈电电路向多个辐射元件供给高频信号。各分配器将来自馈电电路的高频信号分配到两个方向。第一分配器将来自馈电电路的第一信号分配给各混合耦合器中的第一输入端子。第二分配器将来自馈电电路的第二信号分配给各混合耦合器中的第二输入端子。第一混合耦合器的第一输出端子与第一辐射元件的用于第一方向的极化的馈电点连接。第一混合耦合器的第二输出端子与第二辐射元件的用于第二方向的极化的馈电点连接。第二混合耦合器的第一输出端子与第二辐射元件的用于第一方向的极化的馈电点连接。第二混合耦合器的第二输出端子与第一辐射元件的用于第二方向的极化的馈电点连接。在各混合耦合器中,向第一输入端子和第二输入端子供给的高频信号的相位差被设定为 90° 。

[0014] 发明的效果

[0015] 在本公开所涉及的天线模块中,能够使用混合耦合器和分配器(divider)将来自分配给第二天线组所包括的辐射元件的输出端口的高频信号供给到第一天线组所包括的辐射元件。由此,能够在馈电电路(RFIC)的输出端口数量比辐射元件数量少的天线模块中提高天线特性。

附图说明

[0016] 图1是应用实施方式1所涉及的天线模块的通信装置的框图。

[0017] 图2是实施方式1的天线模块的立体图。

[0018] 图3是用于说明混合耦合器的图。

[0019] 图4是示出实施方式1的天线模块的连接状态的图。

[0020] 图5是用于说明各天线组的辐射元件的配置的另一例的图。

[0021] 图6是变形例1的天线模块的立体图。

[0022] 图7是示出实施方式1、比较例以及参考例的天线模块的连接状态的图。

[0023] 图8是用于说明低频(28GHz)侧的辐射元件中的增益分布的图。

[0024] 图9是用于说明高频(39GHz)侧的辐射元件中的增益分布的图。

[0025] 图10是示出实施方式2所涉及的天线模块的连接状态的图。

[0026] 图11是实施方式3所涉及的天线模块的立体图。

[0027] 图12是变形例2的天线模块的立体图。

[0028] 图13是实施方式4所涉及的天线模块的侧视图。

[0029] 图14是变形例3的天线模块的立体图。

[0030] 图15是应用实施方式5所涉及的天线模块的通信装置的框图。

[0031] 图16是示出实施方式5所涉及的天线模块的连接状态的图。

- [0032] 图17是示出实施方式6所涉及的天线模块的连接状态的图。
- [0033] 图18是用于说明低频(28GHz)侧的辐射元件中的增益分布的图。
- [0034] 图19是用于说明高频(39GHz)侧的辐射元件中的增益分布的图。
- [0035] 图20是示出变形例4的天线模块的连接状态的图。
- [0036] 图21是示出变形例5的天线模块的连接状态的图。
- [0037] 图22是示出智能手机中的天线模块的配置的图。
- [0038] 图23是用于说明在改变了智能手机的手持方式的情况下的天线模块与手的位置关系的图。
- [0039] 图24是实施方式7所涉及的天线模块的立体图。
- [0040] 图25是示出实施方式7的天线模块在通信装置中的配置例的图。
- [0041] 图26是示出变形例6的天线模块在通信装置中的配置例的图。
- [0042] 图27是示出变形例7的天线模块的连接状态的图。
- [0043] 图28是示出变形例7的天线模块在通信装置中的配置例的图。

具体实施方式

[0044] 下面,参照附图来详细说明本公开的实施方式。此外,对图中相同或相当的部分标注相同的附图标记并且不重复其说明。

[0045] [实施方式1]

[0046] (通信装置的基本结构)

[0047] 图1是应用本实施方式所涉及的天线模块100的通信装置10的框图。通信装置10例如是便携式电话、智能手机或平板终端等便携式终端、具备通信功能的个人计算机等。本实施方式所涉及的天线模块100中使用的电波的频带的一例例如是以28GHz、39GHz以及60GHz等为中心频率的毫米波段的电波,但对于上述以外的频带的电波也能够应用。

[0048] 参照图1,通信装置10具备天线模块100以及构成基带信号处理电路的BBIC 200。天线模块100具备作为馈电电路的一例的RFIC 110、天线装置120、分配器140A、140B以及混合耦合器150A、150B。此外,在下面的说明中,有时也将分配器(divider)140A、140B统称为“分配器140”,也将混合耦合器150A、150B统称为“混合耦合器150”。

[0049] 通信装置10将从BBIC 200传输到天线模块100的信号上变频为高频信号后从天线装置120辐射,并且对由天线装置120接收到的高频信号进行下变频后利用BBIC 200对信号进行处理。

[0050] 天线装置120包括具有2个基板130A、130B的电介质基板105。在电介质基板105的各基板配置有多个辐射元件。更具体地说,图1中示出了在基板130A配置有5个辐射元件121A~121E(第一天线组101)、在基板130B配置有5个辐射元件122A~122E(第二天线组102)的结构作为一例,但配置于各基板的辐射元件的数量不限于此。另外,在图1中,示出了在电介质基板的各基板将辐射元件配置为配置成一系列的一维的阵列状的例子,但也可以在各基板将辐射元件配置为二维的阵列状。

[0051] 此外,在下面的说明中,有时将第一天线组101中包括的辐射元件121A~121E统称为“辐射元件121”,将第二天线组102中包括的辐射元件122A~122E统称为“辐射元件122”。在实施方式1中,辐射元件121、122是具有大致正方形的平板形状的微带天线。此外,辐射元

件121、122的形状也可以是圆形、椭圆形或者其它多边形。

[0052] RFIC 110具备开关111A~111H、113A~113H、117A、117B、功率放大器112AT~112HT、低噪声放大器112AR~112HR、衰减器114A~114H、移相器115A~115H、信号合波/分波器116A、116B、混频器118A、118B以及放大电路119A、119B。其中,开关111A~111D、113A~113D、117A、功率放大器112AT~112DT、低噪声放大器112AR~112DR、衰减器114A~114D、移相器115A~115D、信号合波/分波器116A、混频器118A以及放大电路119A的结构是用于从基板130A的辐射元件121辐射的高频信号的电路。另外,开关111E~111H、113E~113H、117B、功率放大器112ET~112HT、低噪声放大器112ER~112HR、衰减器114E~114H、移相器115E~115H、信号合波/分波器116B、混频器118B以及放大电路119B的结构是用于从基板130B的辐射元件122辐射的高频信号的电路。

[0053] 在发送高频信号的情况下,开关111A~111H、113A~113H被切换到功率放大器112AT~112HT侧,并且开关117A、117B与放大电路119A、119B的发送侧放大器连接。在接收高频信号的情况下,开关111A~111H、113A~113H被切换到低噪声放大器112AR~112HR侧,并且开关117A、117B与放大电路119A、119B的接收侧放大器连接。

[0054] 从BBIC 200传输的信号被放大电路119A、119B放大后被混频器118A、118B进行上变频。上变频后的作为高频信号的发送信号被信号合波/分波器116A、116B进行四分波,通过对应的信号路径被馈送到辐射元件。通过对配置于各信号路径的移相器115A~115H的移相度独立地进行调整,能够调整从各基板的辐射元件输出的电波的方向性。另外,衰减器114A~114H对发送信号的强度进行调整。

[0055] 来自与开关111A、111B、111C连接的输出端口P1、P2、P3的发送信号分别被供给到辐射元件121A、121B、121C。另外,来自与开关111F、111G、111H连接的输出端口P6、P7、P8的发送信号分别被供给到辐射元件122C、122B、122A。来自与开关111D连接的输出端口P4的发送信号被分配器140A分配到两个方向后,被供给到混合耦合器150A、150B中的各混合耦合器的一个输入端子。另外,来自与开关111E连接的输出端口P5的发送信号被分配器140B分配到两个方向后,被供给到混合耦合器150A、150B中的各混合耦合器的另一个输入端子。

[0056] 混合耦合器150A的2个输出端子分别与辐射元件121D、122E连接。混合耦合器150B的2个输出端子分别与辐射元件121E、122D连接。

[0057] 由各辐射元件121、122接收到的作为高频信号的接收信号被传输到RFIC 110,经由各不相同的4个信号路径被信号合波/分波器116A、116B合波。合波后的接收信号被混频器118A、118B进行下变频后,再被放大电路119A、119B放大后被传输到BBIC 200。

[0058] RFIC 110例如形成为包括上述电路结构的单芯片的集成电路部件。或者,也可以将RFIC 110中的与各辐射元件121A、121B对应的设备(开关、功率放大器、低噪声放大器、衰减器以及移相器)按对应的辐射元件形成为单芯片的集成电路部件。

[0059] (天线模块的结构)

[0060] 接着,使用图2~图4说明本实施方式中的天线模块100的结构的情况。图2是天线模块100的立体图。图3是用于说明混合耦合器150的详细情况的图。另外,图4是示出天线模块100中的连接状态的图。

[0061] 参照图2,天线模块100如使用图1所说明的那样包括电介质基板105、辐射元件121、122、分配器140、混合耦合器150以及RFIC 110。此外,在下面的说明中,将基板130A的

法线方向设为Z轴方向,将基板130B的法线方向设为X轴方向,将各基板中的辐射元件的排列方向设为Y轴方向。有时将各图中的Z轴的正方向称为上表面侧,将负方向称为下表面侧。

[0062] 电介质基板105例如是低温共烧陶瓷(LTCC:Low Temperature Co-fired Ceramics)多层基板、层叠多个由环氧、聚酰亚胺等树脂构成的树脂层而形成的多层树脂基板、层叠多个由具有更低的介电常数的液晶聚合物(Liquid Crystal Polymer:LCP)构成的树脂层而形成的多层树脂基板、层叠多个由氟系树脂构成的树脂层而形成的多层树脂基板、或者除LTCC以外的陶瓷多层基板。此外,电介质基板105未必是多层构造,也可以是单层的基板。

[0063] 在天线模块100的天线装置120中,电介质基板105的截面形状成为大致L字形状,电介质基板105包括以Z轴方向为法线方向的平板形状的基板130A、以X轴方向为法线方向的平板形状的基板130B以及将该2个基板130A、130B连接的弯曲部135。此外,在实施方式1中,基板130A与本公开的“第一基板”对应,基板130B与本公开的“第二基板”对应。

[0064] 在天线模块100中,在2个基板130A、130B中的各基板将5个辐射元件沿Y轴方向配置成一行。在下面的说明中,为了易于理解,说明将辐射元件121、122配置为露出于基板130A、130B的表面的例子,但辐射元件121、122也可以配置于基板130A、130B的内部。

[0065] 基板130A具有大致矩形形状,在其表面将第一天线组101的5个辐射元件121A~121E沿Y轴方向配置成一行。另外,在基板130A的下表面侧(Z轴的负方向的面)安装有内置了RFIC 110、分配器140、混合耦合器150及功率模块IC(未图示)等的SiP(System In Package:系统级封装)模块125、以及连接器(未图示)。通过将配置于基板130A的下表面的连接器与未图示的配置于安装基板的表面的连接器连接来将基板130A安装于安装基板。此外,基板130A也可以通过焊接来安装于安装基板,而不是通过连接器安装于安装基板。

[0066] 基板130B与从基板130A弯曲的弯曲部135连接,基板130B被配置为相对于基板130A呈大致90°。基板130B成为在大致矩形形状的电介质基板形成有多个切口部136的结构,弯曲部135与该切口部136连接。换句话说,在基板130B的没有形成切口部136的部分形成有突出部133,该突出部133从将弯曲部135与基板130B连接的边界部134沿着该基板130B向朝向基板130A的方向(即Z轴的正方向)突出。该突出部133的突出端的位置位于比基板130A的下表面侧的面即安装有SiP模块125的面靠Z轴的正方向的位置。

[0067] 在天线模块100中的基板130B的突出部133,以与配置于基板130A的辐射元件121A~121E对应的方式配置有第二天线组102的辐射元件122A~122E。基板130B中的辐射元件122A~122E中的各辐射元件被配置为其至少一部分与突出部133重叠。在从基板130A的法线方向俯视的情况下,辐射元件122A~122E分别与辐射元件121A~121E在X轴方向上并排地配置。

[0068] 尽管在图中没有示出,但在基板130A、130B和弯曲部135中,在与配置有辐射元件121、122的面相反的内层,以与辐射元件121、122分离的方式配置有接地电极。高频信号从SiP模块125内的RFIC 110经由通过基板130A的内部的馈电布线被传输到基板130A的辐射元件121。馈电布线与各辐射元件中的馈电点SP1连接。馈电点SP1配置于相对于辐射元件121中的各辐射元件的中心向Y轴的负方向偏移的位置。通过向馈电点SP1供给高频信号,能够向Z轴的正方向辐射以Y轴方向为极化方向的电波。

[0069] 另外,高频信号从RFIC 110经由从RFIC 110起通过基板130A、弯曲部135以及基板

130B的电介质的内部的馈电布线被传输到基板130B的辐射元件122。馈电布线与辐射元件122中的各辐射元件的馈电点SP2连接。馈电点SP2配置于相对于各辐射元件的中心向Y轴的负方向偏移的位置。通过向馈电点SP2供给高频信号,能够向X轴的正方向辐射以Y轴方向为极化方向的电波。

[0070] 参照图3,混合耦合器150具有将2个输入端子IN1、IN2、2个输出端子OUT1、OUT2、2个具有特性阻抗 Z_0 的第一线路151以及2个具有阻抗 $Z_0/\sqrt{2}$ 的第二线路152组合而成的结构。

[0071] 更具体地说,在输入端子IN1(第一输入端子)与输出端子OUT1(第一输出端子)之间连接有一个第二线路152,在输入端子IN2(第二输入端子)与输出端子OUT2(第二输出端子)之间连接有另一个第二线路152。另外,输入端子IN1与输入端子IN2利用一个第一线路151来连接,输出端子OUT1与输出端子OUT2利用另一个第一线路151来连接。若将向各辐射元件供给的高频信号的在电介质基板105内的波长设为 λ ,则将第一线路151和第二线路152的长度均设定为 $\lambda/4$ 的长度。

[0072] 在输出端子OUT1经由馈电布线171连接有对应的辐射元件121。另外,在输出端子OUT2经由馈电布线172连接有对应的辐射元件122。将馈电布线171的布线长 L_1 与馈电布线172的布线长 L_2 之差设定为 $n\lambda$ (n 为零以上的整数)。由此,在从输出端子OUT1、OUT2输出同相位的高频信号的情况下,从辐射元件121、122辐射同相位的电波。

[0073] 在混合耦合器150中,当向输入端子IN2供给相对于输入端子IN1具有 $+90^\circ$ 的相位差的高频信号时,从输出端子OUT1输出具有2倍的功率的高频信号,但不从输出端子OUT2输出高频信号。相反地,当向输入端子IN2供给相对于输入端子IN1具有 -90° 的相位差的高频信号时,从输出端子OUT2输出具有2倍的功率的高频信号,但不从输出端子OUT1输出高频信号。

[0074] 另外,当将向输入端子IN2供给的高频信号相对于向输入端子IN1供给的高频信号的相位差 α 在 $-90^\circ < \alpha < 90^\circ$ 的范围内调整时,从输出端子OUT1、OUT2输出与该相位差相应的比率的功率。例如,当调整为相位差 $\alpha = 0^\circ$ 时,从输出端子OUT1、OUT2输出相同大小的功率的高频信号。即,混合耦合器150作为合波器和分波器来发挥功能。

[0075] 在本实施方式1的混合耦合器150中,如图4所示,将来自输出端口P5的信号相对于来自输出端口P4的信号的相位差 α 设定为 $+90^\circ$ 或 -90° 。在将相位差 α 设定为 $+90^\circ$ 的情况下,来自混合耦合器150A的信号被供给到第一天线组101的辐射元件121D,来自混合耦合器150B的信号被供给到第一天线组101的辐射元件121E。

[0076] 另一方面,在将相位差 α 设定为 -90° 的情况下,来自混合耦合器150A的信号被供给到第二天线组102的辐射元件122E,来自混合耦合器150B的信号被供给到第二天线组102的辐射元件122D。

[0077] 如上所述,向混合耦合器150的各输入端子供给由分配器140分配的信号,因此,由各输入端子接收的信号的功率成为从各输出端口输出的信号的功率的 $1/2$ 。在本实施方式1中,由于将相位差设定为 $+90^\circ$ 或 -90° ,其结果,从混合耦合器150的各输出端子输出的信号的功率等于从各输出端口输出的信号的功率。

[0078] 在实施方式1的天线模块100中,不能同时从第一天线组101和第二天线组102双方的辐射元件121、122辐射电波,而是交替地从第一天线组101和第二天线组102辐射电波。而

且,在从第一天线组101辐射电波的情况下,利用来自第二天线组102用的输出端口P5的功率来从第一天线组101的辐射元件121D、121E辐射电波。另外,在从第二天线组102辐射电波的情况下,利用来自第一天线组101用的输出端口P4的功率来从第二天线组102的辐射元件122D、122E辐射电波。

[0079] 这样,通过使用分配器和混合耦合器来利用来自不辐射电波的天线组的信号,能够使用比输出端口的数量多的辐射元件辐射电波。由此,相比于将输出端口与辐射元件以1:1的方式连接的结构,能够增加从各天线组辐射的电波的峰值增益。

[0080] 由RFIC 110进行上变频后的高频信号通过分配器140和混合耦合器150。一般地说,随着信号的频率变高,传送路径中的损耗增加,因此为了降低损耗,期望使从包括分配器140和混合耦合器150的RFIC 110到辐射元件121、122的传送路径尽可能地短。因此,在如图2那样将包括RFIC 110的SiP模块125配置于基板130A的情况下,优选的是,将图4的虚线区域PR1内的包括分配器140和混合耦合器150的要素配置于基板130A,将虚线区域PR2内的要素配置于基板130B。

[0081] 在实施方式1的天线模块100中,以向1个极化方向辐射1个频带的电波的所谓的单频段型且单极化型的天线模块为例进行了说明。在能够辐射不同的2个频带的电波的双频段型的天线模块或者能够辐射不同的2个极化方向的电波的双极化型的天线模块的情况下,RFIC 110还需要有对应的辐射元件以及针对极化的输出端口。

[0082] 例如,在双极化型的天线模块的情况下,如图4所示,向第一天线组101分配输出端口P9~P12作为第二极化用的高频信号的输出端口,向第二天线组102分配输出端口P13~P16作为第二极化用的高频信号的输出端口。在该情况下,通过使用分配器及混合耦合器来如图4那样连接,对于第二极化方向的电波,也能够增加峰值增益。

[0083] 此外,在上述的图2中,说明了第一天线组101的辐射元件121配置于基板130A并且第二天线组102的辐射元件122配置于基板130B的结构,但也可以是如图5那样各天线组中的一部分辐射元件配置于另一个基板的结构。具体地说,在图5的天线模块中,第一天线组101中的辐射元件121A~121D配置于基板130A并且辐射元件121E配置于基板130B(区域RG1)。同样地,第二天线组102中的辐射元件122A~122D配置于基板130B并且辐射元件122E配置于基板130A(区域RG2)。

[0084] 在这样的结构中,在从第一天线组101辐射电波的情况下,除了向Z轴的正方向辐射电波以外,还向X轴的正方向辐射一部分电波。另外,在从第二天线组102辐射电波的情况下,除了向X轴的正方向辐射电波以外,还向Z轴的正方向辐射一部分电波。因而,能够扩大电波的辐射范围。

[0085] (变形例1)

[0086] 图6是变形例1的天线模块100A的立体图。天线模块100A是能够从配置于基板130A、130B中的各基板的多个辐射元件辐射不同的2个频带的电波、并且能够向不同的2个极化方向辐射各频带的电波的双频段型且双极化型的天线模块。

[0087] 天线模块100A除了包括图1的天线模块100的结构以外,还包括配置于基板130A的辐射元件123A~123E以及配置于基板130B的辐射元件124A~124E。此外,在下面的说明中,有时将辐射元件123A~123E统称为“辐射元件123”,将辐射元件124A~124E统称为“辐射元件124”。

[0088] 辐射元件123、124的元件尺寸比辐射元件121、122的元件尺寸大。因此,从辐射元件123、124辐射比辐射元件121、122低的频带的电波。例如,从辐射元件121、122辐射的电波的中心频率是39GHz,从辐射元件123、124辐射的电波的中心频率是28GHz。

[0089] 辐射元件123在基板130A中配置于辐射元件121与配置于基板130A的接地电极之间的层。在从基板130A的法线方向(Z轴方向)俯视的情况下,辐射元件121与辐射元件123以中心一致的方式重叠。即,由辐射元件121、123和接地电极形成堆叠型的贴片天线。

[0090] 在辐射元件121中,在相对于辐射元件121的中心向Y轴的负方向偏移的位置配置有馈电点SP1A,在相对于辐射元件121的中心向X轴的正方向偏移的位置配置有馈电点SP1B。通过向馈电点SP1A供给高频信号来向Z轴的正方向辐射以Y轴方向为极化方向的电波。另外,通过向馈电点SP1B供给高频信号来向Z轴的正方向辐射以X轴方向为极化方向的电波。

[0091] 尽管在图6中没有示出,但对于辐射元件123,也在相对于辐射元件123的中心在X轴方向上偏移的位置以及相对于辐射元件123的中心在Y轴方向上偏移的位置分别配置馈电点。关于辐射元件123,也辐射以X轴方向为极化方向的电波以及以Y轴方向为极化方向的电波。此外,既可以使用与辐射元件121不同的馈电布线来向辐射元件123传输高频信号,也可以使用贯通辐射元件123的辐射元件121用的馈电布线来向辐射元件123传输高频信号。

[0092] 辐射元件124在基板130B中配置于辐射元件122与配置于基板130B的接地电极之间的层。在从基板130B的法线方向(X轴方向)俯视的情况下,辐射元件122与辐射元件124以中心一致的方式重叠。即,由辐射元件122、124和接地电极形成堆叠型的贴片天线。

[0093] 在辐射元件122中,在相对于辐射元件122的中心向Y轴的负方向偏移的位置配置有馈电点SP2A,在相对于辐射元件122的中心向Z轴的正方向偏移的位置配置有馈电点SP2B。通过向馈电点SP2A供给高频信号来向X轴的正方向辐射以Y轴方向为极化方向的电波。另外,通过向馈电点SP2B供给高频信号来向X轴的正方向辐射以Z轴方向为极化方向的电波。

[0094] 尽管在图6中没有示出,但对于辐射元件124,也在相对于辐射元件124的中心在X轴方向上偏移的位置以及相对于辐射元件124的中心在Y轴方向上偏移的位置分别配置馈电点。关于辐射元件124,也辐射以Y轴方向为极化方向的电波以及以Z轴方向为极化方向的电波。此外,既可以使用与辐射元件122不同的馈电布线向辐射元件124传输高频信号,也可以使用贯通辐射元件124的辐射元件122用的馈电布线向辐射元件124传输高频信号。

[0095] 在这种结构的天线模块中,对于各频带的各极化,使用分配器及混合耦合器来设为如图4所示的连接,由此,即使在RFIC的输出端口数量比辐射元件数量少的情况下,也能够增加峰值增益。

[0096] (天线特性的比较)

[0097] 接着,使用图7~图9说明关于实施方式1的天线模块的天线特性的仿真结果。在图7~图9中,还一起示出了比较例的天线模块100X和参考例的天线模块100P。此外,实际上使用如变形例1的天线模块100A那样的双频段且双极化型的天线模块来进行仿真。

[0098] 图7是示出实施方式1、比较例以及参考例的天线模块的连接状态的图。图8是用于说明低频(28GHz)侧的辐射元件中的增益分布的图。图9是用于说明高频(39GHz)侧的辐射元件中的增益分布的图。在图8和图9中,示出了关于基板130A的辐射元件121、123的在同时

辐射2个极化方向的电波的情况下的增益分布的例子。

[0099] 参照图7,比较例的天线模块100X成为如下结构:在各基板配置4个辐射元件,将RFIC 110的天线端口与各辐射元件以1:1的方式连接。另外,参考例的天线模块100P成为如下结构:参考例的天线模块100P与实施方式1的天线模块100同样地在各基板配置5个辐射元件,但在混合耦合器150P的输出侧,馈电布线被分配器140P、140Q分支。

[0100] 在图8和图9中,在上部侧示出了各天线模块中的增益分布,在下部侧示出了累积分布函数(CDF:Cumulative Distribution Function)。在各增益分布中,横轴表示绕Y轴的相对于X轴方向的角度 φ ,纵轴表示绕X轴的相对于Z轴方向的角度 θ 。即, $\varphi = -90^\circ$ 表示Z轴的正方向, $\varphi = 0^\circ$ 表示X轴的正方向。另外,在各增益分布中,呈现出增益越高则阴影的颜色越深。

[0101] 首先,参照图8,在28GHz频带的情况下,相比于将输出端口与辐射元件以1:1的方式连接的比较例1而言,在实施方式1和参考例的情况下,增加了辐射元件,因此,峰值增益(CDF=100%)从比较例1的10.16dBi增加到实施方式1的情况下的10.25dBi和参考例的情况下的10.27dBi。然而,关于在CDF=50%时的增益,在实施方式1的情况下为1.62dBi,在参考例的情况下为1.64dBi,成为与比较例的1.90dBi相比稍低的值。即,在28GHz频带处,辐射范围略微变窄。

[0102] 接着,参照图9,在39GHz频带的情况下,关于峰值增益,与比较例1的10.39dBi相比,在实施方式1的情况和参考例的情况下也都增加到11.57dBi。另外,关于在CDF=50%时的增益,与比较例1的0.46dBi相比,在实施方式1的情况下增加到0.77dBi,在参考例的情况下增加到0.80dBi。即,在39GHz频带的情况下,除了能够实现峰值增益的增加以外,还能够实现辐射范围的扩大。

[0103] 此外,在图8的28GHz频带的情况下辐射范围变窄是受到以下影响:在上述的仿真的例子中,辐射元件间的间距比 $\lambda/2$ 窄。

[0104] 如上所述,通过使用分配器和混合耦合器来利用分配给另一个天线组的辐射元件的输出端口,能够使用比分配给各天线组的输出端口多的辐射元件来辐射电波,因此能够增加峰值增益。

[0105] 另外,在实施方式1和参考例的情况下,与比较例1相比增加了与各基板对应的输出端口数量,因此能够使从这些对应的输出端口供给功率时的等效各向同性辐射功率(EIRP:Equivalent Isotropic Radiated Power)增加。

[0106] 此外,实施方式1中的“混合耦合器150A”及“混合耦合器150B”分别与本公开中的“第一混合耦合器”及“第二混合耦合器”对应。实施方式1中的“分配器140A”及“分配器140B”分别与本公开中的“第一分配器”及“第二分配器”对应。实施方式1中的“辐射元件121D”、“辐射元件121E”、“辐射元件122E”以及“辐射元件122D”分别与本公开中的“第一辐射元件”、“第二辐射元件”、“第三辐射元件”以及“第四辐射元件”对应。

[0107] [实施方式2]

[0108] 在实施方式1中,说明了利用与另一个基板侧的1个辐射元件对应的输出端口来针对各天线组追加1个辐射元件的结构。在实施方式2中,说明针对各天线组追加2个辐射元件的结构例。

[0109] 图10是示出实施方式2所涉及的天线模块100B的连接状态的图。在天线模块100B

中,在配置于基板130A的第一天线组101中包括6个辐射元件121A~121F,在配置于基板130B的第二天线组102中包括6个辐射元件122A~122F。另外,在天线模块100B中,包括4个混合耦合器150C~150F和4个分配器140C~140F来代替天线模块100的混合耦合器150A、150B以及分配器140A、140B。

[0110] 来自RFIC 110的输出端口P1、P2的发送信号分别被供给到基板130A的辐射元件121A、121B。另外,来自输出端口P7、P8的发送信号分别被供给到基板130B的辐射元件122B、122A。

[0111] 来自输出端口P3的发送信号被分配器140C分配到两个方向后,被供给到混合耦合器150C、150D中的各混合耦合器的一个输入端子。另外,来自输出端口P6的发送信号被分配器140D分配到两个方向后,被供给到混合耦合器150C、150D中的各混合耦合器的另一个输入端子。混合耦合器150C的2个输出端子分别与辐射元件121C、122E连接。混合耦合器150D的2个输出端子分别与辐射元件121E、122C连接。

[0112] 来自输出端口P4的发送信号被分配器140E分配到两个方向后,被供给到混合耦合器150E、150F中的各混合耦合器的一个输入端子。另外,来自输出端口P5的发送信号被分配器140F分配到两个方向后,被供给到混合耦合器150E、150F中的各混合耦合器的另一个输入端子。混合耦合器150E的2个输出端子分别与辐射元件121D、122F连接。混合耦合器150F的2个输出端子分别与辐射元件121F、122D连接。

[0113] 在混合耦合器150C、150D中,在将来自输出端口P6的信号相对于来自输出端口P3的信号的相位差设定为 $+90^\circ$ 的情况下,来自混合耦合器150C的信号被供给到第一天线组101的辐射元件121C,来自混合耦合器150D的信号被供给到第一天线组101的辐射元件121E。另一方面,在将相位差设定为 -90° 的情况下,来自混合耦合器150C的信号被供给到第二天线组102的辐射元件122E,来自混合耦合器150D的信号被供给到第二天线组102的辐射元件122C。

[0114] 同样地,在混合耦合器150E、150F中,在将来自输出端口P5的信号相对于来自输出端口P4的信号的相位差设定为 $+90^\circ$ 的情况下,来自混合耦合器150E的信号被供给到第一天线组101的辐射元件121D,来自混合耦合器150F的信号被供给到第一天线组101的辐射元件121F。另一方面,在将相位差设定为 -90° 的情况下,来自混合耦合器150E的信号被供给到第二天线组102的辐射元件122F,来自混合耦合器150F的信号被供给到第二天线组102的辐射元件122D。

[0115] 因而,通过从输出端口P5、P6输出相对于输出端口P1~P4的发送信号具有 $+90^\circ$ 的相位差的信号,能够从第一天线组101的6个辐射元件121A~121F辐射电波。另外,通过从输出端口P5~P8输出相对于输出端口P3、P4的发送信号具有 -90° 的相位差的信号,能够从第二天线组102的6个辐射元件122A~122F辐射电波。

[0116] 这样,能够通过利用与另一个基板侧的2个辐射元件对应的输出端口来针对各天线组追加2个辐射元件,因此能够增加峰值增益。

[0117] 此外,同样地,在RFIC 110的输出端口是8个的情况下,通过使用6个分配器和混合耦合器,对于各天线组,能够从7个辐射元件辐射电波。并且,通过使用8个分配器和混合耦合器,对于各天线组,能够从8个辐射元件辐射电波。另外,在双频段型的天线模块和/或双极化型的天线模块的情况下,关于对应的频带和针对极化的电路,通过设为与图10相同的

连接结构,能够使所使用的辐射元件增加。

[0118] 实施方式2中的“混合耦合器150C”~“混合耦合器150F”分别与本公开中的“第一混合耦合器”~“第四混合耦合器”对应。实施方式2中的“分配器140C”~“分配器140F”分别与本公开中的“第一分配器”~“第四分配器”对应。实施方式2中的“辐射元件121C”、“辐射元件121E”、“辐射元件122E”、“辐射元件122C”、“辐射元件121D”、“辐射元件121F”、“辐射元件122F”以及“辐射元件122D”分别与本公开中的“第一辐射元件”~“第八辐射元件”对应。

[0119] [实施方式3]

[0120] 在实施方式1的天线模块100中,说明了将各基板的辐射元件沿Y轴方向配置成一列的结构。在实施方式3中,说明将各基板的辐射元件排列成二维的阵列状的结构。

[0121] 图11是实施方式3所涉及的天线模块100C的立体图。参照图11,在天线模块100C中,与图10同样地,在配置于基板130A的第一天线组101中包括6个辐射元件121A~121F,在配置于基板130B的第二天线组102中包括6个辐射元件122A~122F。

[0122] 在基板130A,辐射元件121A~121C的组和辐射元件121D~121F的组沿Y轴方向配置成一列。而且,辐射元件121D~121F在X轴的负方向上分别与辐射元件121A~121C相邻地配置。即,第一天线组101成为辐射元件121A~121F排列成 2×3 的二维的阵列状的结构。

[0123] 同样地,在基板130B,辐射元件122A~122C的组和辐射元件122D~122F的组沿Y轴方向配置成一列。而且,辐射元件122D~122F在Z轴的正方向上分别与辐射元件122A~122C相邻地配置。即,第二天线组102成为辐射元件122A~122F排列成 2×3 的二维的阵列状的结构。

[0124] 这样,通过将各基板的辐射元件二维地排列,能够使辐射的电波在两个方向上倾斜,因此能够扩大电波的辐射范围。而且,通过利用与另一个基板侧的辐射元件对应的输出端口,能够使用比分配给各天线组的输出端口多的辐射元件来辐射电波,因此能够增加峰值增益。

[0125] (变形例2)

[0126] 在变形例2中,说明在各基板将8个辐射元件二维地排列的结构。

[0127] 图12是变形例2的天线模块100D的立体图。参照图12,在天线模块100D中,在配置于基板130A的第一天线组101中包括8个辐射元件121A~121H,在配置于基板130B的第二天线组102中包括8个辐射元件122A~122H。在该情况下,分别使用8个混合耦合器和8个分配器。

[0128] 在基板130A,辐射元件121A~121D的组和辐射元件121E~121H的组沿Y轴方向配置成一列。而且,辐射元件121E~121H在X轴的负方向上分别与辐射元件121A~121D相邻地配置。即,第一天线组101成为辐射元件121A~121H排列成 2×4 的二维的阵列状的结构。

[0129] 同样地,在基板130B,辐射元件122A~122D的组和辐射元件122E~122H的组沿Y轴方向配置成一列。而且,辐射元件122E~122H在Z轴的正方向上分别与辐射元件122A~122D相邻地配置。即,第二天线组102成为辐射元件122A~122H排列成 2×4 的二维的阵列状的结构。

[0130] 这样,通过设为在各基板将辐射元件二维地排列成 2×4 的结构,能够增加峰值增益。

[0131] [实施方式4]

[0132] 在实施方式1~3中,说明了向2个不同的方向辐射电波的结构,但关于本公开的特征,也能够应用于向3个以上的不同的方向辐射电波的天线模块。

[0133] 图13是实施方式4所涉及的天线模块100E的侧视图。在天线模块100E中,电介质基板105E除了包括基板130A、130B以外还包括基板130C。基板130C与基板130A中的与连接到基板130B的边相反的一侧的边连接,基板130C被配置为与基板130B相向。即,电介质基板105E如图13所示那样从Y轴方向观察时的截面成为大致C形状。

[0134] 而且,在基板130C,在X轴的负方向的面配置有第三天线组的辐射元件126。从辐射元件126向X轴的负方向辐射电波。

[0135] 在这样的能够向3个不同的方向辐射电波的天线模块中,也使用分配器和混合耦合器来使RFIC的输出端口相互共享,由此,即使在比辐射元件的数量少的输出端口数量少的情况下,也能够增加各天线组的辐射元件,能够增加峰值增益。

[0136] (变形例3)

[0137] 图14是变形例3的天线模块100F的立体图。在天线模块100F的电介质基板105F中,除了具备图13的结构以外,还添加了基板130D、130E,成为能够向5个不同的方向辐射电波的结构。

[0138] 基板130D与基板130A的在Y轴的正方向上的边连接,基板130E与基板130A的在Y轴的负方向上的边连接。在基板130A~130E中的各基板,6个辐射元件被配置成二维的阵列状。

[0139] 在这样的能够向5个不同的方向辐射电波的结构中,也使用分配器和混合耦合器来使RFIC的输出端口相互共享,由此能够增加峰值增益。

[0140] [实施方式5]

[0141] 在实施方式1~4中,说明了在2个天线组中共享RFIC的输出端口的结构。在实施方式5中,说明如下结构:在同一基板内配置有多个辐射元件的双极化型的阵列天线中,在2个极化之间共享输出端口。

[0142] 图15是应用实施方式5所涉及的天线模块100G的通信装置的框图。另外,图16是示出天线模块100G的连接状态的图。

[0143] 参照图15和图16,天线模块100G的天线装置120G具有在单个电介质基板130配置有5个辐射元件121A~121E的结构。在各辐射元件配置有第一极化用的馈电点SP1V以及第二极化用的馈电点SP1H。

[0144] 来自RFIC 110的输出端口P1、P2、P3的发送信号分别被供给到辐射元件121A、121B、121C中的馈电点SP1V。另外,来自输出端口P5、P6、P7的发送信号分别被供给到辐射元件121A、121B、121C中的馈电点SP1H。

[0145] 来自输出端口P4的发送信号被分配器140G分配到两个方向后,被供给到混合耦合器150G、150H中的各混合耦合器的一个输入端子。来自输出端口P8的发送信号被分配器140H分配到两个方向后,被供给到混合耦合器150G、150H中的各混合耦合器的另一个输入端子。

[0146] 在混合耦合器150G、150H中,在将来自输出端口P8的信号相对于来自输出端口P4的信号的相位差设定为+90°的情况下,来自混合耦合器150G的信号被供给到辐射元件121D的馈电点SP1V,来自混合耦合器150H的信号被供给到辐射元件121E的馈电点SP1V。另一方

面,在将相位差设定为 -90° 的情况下,来自混合耦合器150G的信号被供给到辐射元件121E的馈电点SP1H,来自混合耦合器150H的信号被供给到辐射元件121D的馈电点SP1H。

[0147] 因而,通过从输出端口P8输出相对于输出端口P1~P4的发送信号具有 $+90^{\circ}$ 的相位差的信号,能够从5个辐射元件121A~121E辐射第一极化方向的电波。另外,通过从输出端口P5~P8输出相对于输出端口P4的发送信号具有 -90° 的相位差的信号,能够从5个辐射元件122A~122E辐射第二极化方向的电波。

[0148] 这样,在双极化型的阵列天线中,能够通过利用与另一个极化方向的电波对应的输出端口来针对各极化方向追加1个辐射元件,因此能够增加峰值增益。

[0149] 此外,实施方式5中的“辐射元件121D”及“辐射元件121E”分别与本公开中的“第一辐射元件”及“第二辐射元件”对应。实施方式5中的“混合耦合器150G”及“混合耦合器150H”分别与本公开中的“第一混合耦合器”及“第二混合耦合器”对应。实施方式5中的“分配器140G”及“分配器140H”分别与本公开中的“第一分配器”及“第二分配器”对应。

[0150] [实施方式6]

[0151] 在上述的各实施方式的天线模块中,从成对的2个混合耦合器输出的信号是同相位的信号。当从在同一基板中与混合耦合器连接的2个辐射元件辐射同相位的电波时,合成的方向性与从1个辐射元件辐射的电波相比在正面方向上的方向性变强。在该状态下,在调整RFIC的移相器来改变波束方向的情况下,不产生该2个辐射元件之间的相位差,因此难以向低仰角方向辐射电波,可能会产生尽管能够确保峰值增益但是辐射范围受到部分限制的情况。

[0152] 因此,在实施方式6中,说明如下结构:通过独立地改变从因分配器和混合耦合器而追加的辐射元件辐射的电波的相位来扩大辐射范围。

[0153] 图17是示出实施方式6所涉及的天线模块100H的连接状态的图。在天线模块100H中,具有如下结构:对于图4所示的实施方式1的天线模块100中的混合耦合器150B的2个输入端子,分别连接有移相器160A、160B。在天线模块100H中,其它结构与天线模块100相同,不重复说明与图4重复的要素。

[0154] 参照图17,更详细地说,来自RFIC 110的输出端口P4的发送信号被分配器140A分配到2个方向。分配后的信号中的一个信号被供给到混合耦合器150A的一个输入端子。另外,分配后的信号中的另一个信号经由移相器160A被供给到混合耦合器150B的一个输入端子。

[0155] 另外,来自RFIC 110的输出端口P5的发送信号被分配器140B分配到2个方向。分配后的信号中的一个信号被供给到混合耦合器150A的另一个输入端子。另外,分配后的信号中的另一个信号经由移相器160B被供给到混合耦合器150B的另一个输入端子。

[0156] 移相器160A、160B构成为将输入信号的相位变更后输出。例如,移相器160A、160B将输入信号的相位偏移 120° 后输出。由此,能够对于从基板130A中的辐射元件121D辐射的电波与从辐射元件121E辐射的电波之间、以及从基板130B中的辐射元件122D辐射的电波与从辐射元件122E辐射的电波之间赋予相位差,因此尽管峰值增益略微下降,但也容易向低仰角方向辐射电波,其结果,能够扩大辐射范围。

[0157] 接着,使用图18和图19说明关于实施方式6的天线模块100H的天线特性的仿真结果。图18是示出在如图6所示的双频段且双极化型的天线模块的情况下的低频(28GHz)频带

的增益分布(上部)和CDF(下部)的仿真结果的图。另外,图19是示出高频(39GHz)频带的增益分布(上部)和CDF(下部)的仿真结果的图,在图18和图19中,在左栏示出了如实施方式1那样的从对应的2个辐射元件辐射同相位的电波的情况,在右栏示出了如实施方式6那样的将从对应的2个辐射元件辐射的电波的相位差设为 120° 的情况。此外,在图18和图19中均示出了在基板130A中同时辐射2个极化方向的电波的情况下的增益分布的例子。

[0158] 参照图18,在如实施方式6那样将相位差设为 120° 的情况下,关于峰值增益,从实施方式1的10.25dBi略微下降而成为9.97dBi。然而,特别是在 $\varphi = 0^\circ$ 附近的增益增加,在CDF=50%时的增益从1.62dBi增加到2.34dBi,辐射范围扩大。另外,在图19的39GHz频带下,峰值增益也从11.57dBi略微下降到10.76dBi,但在CDF=50%时的增益从0.77dBi进一步增加而扩大到1.75dBi。

[0159] 如上所述,在通过使用分配器和混合耦合器来利用分配给另一个天线组的辐射元件的输出端口的结构中,通过对从2个混合耦合器输出的信号赋予相位差,能够扩大辐射范围。

[0160] 此外,在上述的天线模块100H中,说明了将来自2个混合耦合器的电波的相位差设定为 120° 的例子,但关于该相位差,能够根据所要求的峰值增益和辐射范围的规格来适当选择。

[0161] 此外,实施方式6中的“移相器160A”及“移相器160B”分别与本公开中的“第一移相器”及“第二移相器”对应。

[0162] (变形例4)

[0163] 在实施方式6的天线模块100H中,说明了在一个混合耦合器的2个输入端子配置移相器的结构。在变形例4中,说明在混合耦合器的输出端子侧配置移相器的结构。

[0164] 图20是示出变形例4的天线模块100I的连接状态的图。天线模块100I具有如下结构:在图4所示的实施方式1的天线模块100中的混合耦合器150A、150B中的各混合耦合器的一个输出端子分别配置有移相器160D、160C。在天线模块100I中,其它结构与天线模块100相同,不重复说明与图4重复的要素。

[0165] 参照图20,混合耦合器150A的一个输出端子(第一输出端子)与第一天线组101的辐射元件121D连接。混合耦合器150A的另一个输出端子(第二输出端子)经由移相器160D来与第二天线组102的辐射元件122E连接。移相器160D使来自混合耦合器150A的信号变化 120° 。

[0166] 另外,混合耦合器150B的一个输出端子(第一输出端子)经由移相器160C来与第一天线组101的辐射元件121E连接。混合耦合器150B的另一个输出端子(第二输出端子)与第二天线组102的辐射元件122D连接。移相器160C使来自混合耦合器150B的信号变化 120° 。

[0167] 即使在这样的结构中,也能够对于从基板130A中的辐射元件121D辐射的电波与从辐射元件121E辐射的电波之间、以及从基板130B中的辐射元件122D辐射的电波与从辐射元件122E辐射的电波之间赋予相位差。由此,尽管峰值增益略微下降,但也容易向低仰角方向辐射电波,其结果,能够扩大辐射范围。

[0168] 变形例4中的“移相器160C”及“移相器160D”分别与本公开中的“第三移相器”及“第四移相器”对应。

[0169] (变形例5)

[0170] 在实施方式6和变形例4的天线模块中,说明了对在混合耦合器的输入侧配置有分配器的结构中追加移相器的结构。在变形例5中,说明如下结构:在如作为图7的参考例所示那样的在混合耦合器的输出侧配置有分配器的结构中,在与分配器连接的辐射元件中的一个辐射元件配置有移相器。

[0171] 图21是示出变形例5的天线模块100Q的连接状态的图。在天线模块100Q中,具有如下结构:在使用图7的参考例所说明的天线模块100P中追加了移相器160P、160Q。具体地说,分配器140P的一个输出与第一天线组101的辐射元件121D连接,另一个输出经由移相器160P来与第一天线组101的辐射元件121E连接。移相器160P使来自分配器140P的信号变化 120° 。

[0172] 同样地,分配器140Q的一个输出与第二天线组102的辐射元件122D连接,另一个输出经由移相器160Q来与第二天线组102的辐射元件122E连接。移相器160Q使来自分配器140Q的信号变化 120° 。

[0173] 即使在这样的结构中,也能够对于从基板130A中的辐射元件121D辐射的电波与从辐射元件121E辐射的电波之间、以及从基板130B中的辐射元件122D辐射的电波与从辐射元件122E辐射的电波之间赋予相位差。因而,尽管峰值增益略微下降,但也容易向低仰角方向辐射电波,其结果,能够扩大辐射范围。

[0174] [实施方式7]

[0175] 在实施方式7中,说明用于配置辐射元件的2个基板分离并且利用具有柔软性的线缆来相互连接的结构。

[0176] 在如图2和图5等所示的截面具有大致L形状的天线模块被配置于作为通信装置10的智能手机的情况下,在智能手机的显示面呈格子状地配置有触摸面板用的电极,因此一般在与该显示面相反的主面(即背面)侧配置基板130A并且在智能手机的侧面配置基板130B。另外,在用智能手机打电话的情况和浏览网页(Webpage)的情况下,通常如图22所示那样以大致矩形形状的主体成为纵向的方式、换言之短边为水平方向的方式来保持。在该情况下,天线模块被配置于沿着主体的短边的端部,以使天线模块不会被保持着主体的手和/或手指遮挡。由此,天线模块从主体的短边的侧面向沿着长边的方向辐射电波,并且向主体的背面方向辐射电波。

[0177] 然而,在观看电影等影像的情况和/或玩游戏的情况下,存在如图23所示那样以通信装置10的主体的长边成为水平方向的方式横向地保持通信装置10的情况。在这种情况下,有可能保持主体的短边侧的两个端部,于是,可能成为主体内的天线模块整体被手覆盖的状态。于是,存在天线模块对电波的发送接收无法被正确地进行的担忧。

[0178] 因此,在实施方式7中,设为如下结构:将构成电介质基板105的2个基板130A、130B分离,经由柔性基板将分离的基板彼此连接。通过设为这样的结构,能够提高各基板的配置的自由度,因此无论用户对智能手机的保持方式如何,都能够在能够进行电波的发送接收的位置配置辐射元件。

[0179] 图24是实施方式7所涉及的天线模块100K的立体图。参照图24,天线模块100K具有如下结构:去除了图2中的弯曲部135,将基板130A与基板130B分离。而且,利用具有柔软性的柔性基板137来将基板130A与基板130B连接。柔性基板137的一端与配置于基板130A的背面侧的连接器181连接。另外,柔性基板137的另一端与配置于基板130B的背面侧的连接器

182连接。在天线模块100K中,基板130A的连接器181以及基板130B的连接器182中的各连接器配置于各基板的长边方向上的中央附近。

[0180] 通过设为这样的结构,例如能够如图25所示那样将基板130B配置于通信装置10(智能手机)的主体的短边的侧面,并且将基板130A配置于比通信装置10的主体的背面侧的短边靠近中央且没有被手覆盖的位置。因而,在如图22那样纵向地保持智能手机的情况以及如图23那样横向地保持智能手机的情况中的任一情况下,均能够适当地发送接收电波。

[0181] 此外,关于基板130A及基板130B与柔性基板137的连接,也可以使用焊料来连接,而不是如图24那样的使用连接器181、182进行的连接。另外,也可以不使用柔性基板,而是在基板130A和基板130B中的至少一方设置突出部,使用连接器或焊料等连接构件,经由该突出部来将基板130A与基板130B直接连接。在该情况下,设置于基板130A和/或基板130B的突出部的厚度可以比除此之外的基板部分的厚度薄。

[0182] 此外,在上述中,说明了将天线模块配置于智能手机的例子,但也能够对具有通信功能的平板终端、电子记事本和/或游戏机等其它便携式终端装置应用该结构。

[0183] (变形例6)

[0184] 在变形例6中,说明基板中的柔性基板的连接位置不同的例子。

[0185] 图26是示出变形例6的天线模块100L在通信装置10的配置例的图。在天线模块100L中,柔性基板137与基板130B的长边方向上的中央附近连接,柔性基板137与基板130A的短边方向上的部分连接。通过将柔性基板137与基板130A的短边方向上的部分连接,能够如图26所示那样将配置于基板130A的辐射元件121的一部分配置于智能手机的主体的更中央侧的部分。因此,能够进一步抑制辐射元件被用户的手和/或手指覆盖。

[0186] (变形例7)

[0187] 在变形例7中,说明如下结构:将用于配置辐射元件的基板分割,将各天线组中包括的辐射元件的一部分配置于通信装置内的不同的位置。

[0188] 图27是示出变形例7的天线模块100M的连接状态的图。在天线模块100M中,成为如下结构:图10所示的实施方式2的天线模块100B中的辐射元件121E、121F被配置于与基板130A不同的基板130F,辐射元件122E、122F被配置于与基板130B不同的基板130G。即,在基板130A配置有辐射元件121A~121D,在基板130B配置有辐射元件122A~122D。

[0189] 如上所述,为了抑制传送损耗,分配器140和混合耦合器150被配置于用于配置SiP模块125的基板130A,因此利用柔性基板137将基板130F、130G中的各基板与基板130A连接。

[0190] 图28是示出变形例7的天线模块100M在通信装置10的配置例的图。截面具有大致L字形状的电介质基板105(即基板130A、130B)沿着通信装置10的主体的短边配置。基板130B被配置于主体的短边的侧面,基板130A被配置于沿着主体的背面侧的主面的短边的端部。而且,在比通信装置10的主体的背面侧的主面的短边靠近中央的位置处,基板130F沿着一个长边配置,基板130G沿着另一个长边配置。

[0191] 这样,通过将各天线组的一部分辐射元件配置于其它基板,并且利用柔性基板将该其它基板配置于不被用户的手覆盖的位置,无论通信装置的保持方式如何都能够适当地发送接收电波。

[0192] [方式]

[0193] (第一项) 一个方式所涉及的天线模块具备第一天线组及第二天线组、第一混合耦

合器及第二混合耦合器、第一分配器及第二分配器、以及馈电电路。第一天线组包括第一辐射元件和第二辐射元件。第二天线组包括第三辐射元件和第四辐射元件。各混合耦合器具有第一输入端子及第二输入端子以及第一输出端子及第二输出端子。馈电电路向各辐射元件供给高频信号。各分配器将来自馈电电路的高频信号分配到两个方向。各天线组能够辐射第一频带的电波。第一分配器将来自馈电电路的第一信号分配给各混合耦合器中的第一输入端子。第二分配器将来自馈电电路的第二信号分配给各混合耦合器中的第二输入端子。第一混合耦合器的第一输出端子及第二输出端子分别与第一辐射元件及第三辐射元件连接。第二混合耦合器的第一输出端子及第二输出端子分别与第二辐射元件及第四辐射元件连接。在各混合耦合器中,向第一输入端子和第二输入端子供给的高频信号的相位差被设定为 90° 。

[0194] (第二项) 第一项所记载的天线模块还具备第一基板及第二基板,该第一基板及第二基板的法线方向彼此不同。第一天线组配置于第一基板。第二天线组配置于第二基板。

[0195] (第三项) 第二项所记载的天线模块还具备第一移相器和第二移相器。第一移相器与第二混合耦合器的第一输入端子连接,使来自馈电电路的第一信号的相位变化。第二移相器与第二混合耦合器的第二输入端子连接,使来自馈电电路的第二信号的相位变化。

[0196] (第四项) 在第三项所记载的天线模块中,第一移相器使第一信号的相位变化 120° 。第二移相器使第二信号的相位变化 120° 。

[0197] (第五项) 第二项所记载的天线模块还具备第三移相器和第四移相器。第三移相器与第二混合耦合器的第一输出端子连接,使向第二辐射元件输出的信号的相位变化。第四移相器与第一混合耦合器的第二输出端子连接,使向第三辐射元件输出的信号的相位变化。

[0198] (第六项) 在第五项所记载的天线模块中,第三移相器使向第二辐射元件输出的信号的相位变化 120° 。第四移相器使向第三辐射元件输出的信号的相位变化 120° 。

[0199] (第七项) 第一项所记载的天线模块还具备第一基板及第二基板,该第一基板及第二基板的法线方向彼此不同。第一辐射元件和第三辐射元件配置于第一基板。第二辐射元件和第四辐射元件配置于第二基板。

[0200] (第八项) 第一项~第七项中的任一项所记载的天线模块还具备第三混合耦合器及第四混合耦合器以及第三分配器及第四分配器。第一天线组还包括第五辐射元件和第六辐射元件。第二天线组还包括第七辐射元件和第八辐射元件。第三分配器将来自馈电电路的第三信号分配给第三混合耦合器和第四混合耦合器中的第一输入端子。第四分配器将来自馈电电路的第四信号分配给第三混合耦合器和第四混合耦合器中的第二输入端子。第三混合耦合器的第一输出端子及第二输出端子分别与第五辐射元件及第七辐射元件连接。第四混合耦合器的第一输出端子及第二输出端子分别与第六辐射元件及第八辐射元件连接。在第三混合耦合器和第四混合耦合器中的各混合耦合器中,向第一输入端子和第二输入端子供给的高频信号的相位差被设定为 90° 。

[0201] (第九项) 在第二项所记载的天线模块中,第一天线组中包括的多个辐射元件在第一基板一维地排列。第二天线组中包括的多个辐射元件在第二基板一维地排列。

[0202] (第十项) 在第二项所记载的天线模块中,第一天线组中包括的多个辐射元件在第一基板二维地排列。第二天线组中包括的多个辐射元件在第二基板二维地排列。

[0203] (第十一项) 另一方式中的天线模块具备包括第一辐射元件及第二辐射元件的多个辐射元件、第一混合耦合器及第二混合耦合器、第一分配器及第二分配器、以及馈电电路。各辐射元件能够辐射以第一方向为极化方向的电波和以第二方向为极化方向的电波。各混合耦合器具有第一输入端子及第二输入端子以及第一输出端子及第二输出端子。馈电电路向多个辐射元件供给高频信号。各分配器将来自馈电电路的高频信号分配到两个方向。第一分配器将来自馈电电路的第一信号分配给各混合耦合器中的第一输入端子。第二分配器将来自馈电电路的第二信号分配给各混合耦合器中的第二输入端子。第一混合耦合器的第一输出端子与第一辐射元件的用于第一方向的极化的馈电点连接。第一混合耦合器的第二输出端子与第二辐射元件的用于第二方向的极化的馈电点连接。第二混合耦合器的第一输出端子与第二辐射元件的用于第一方向的极化的馈电点连接。第二混合耦合器的第二输出端子与第一辐射元件的用于第二方向的极化的馈电点连接。在各混合耦合器中,向第一输入端子和第二输入端子供给的高频信号的相位差被设定为 90° 。

[0204] (第十二项) 在第十一项所记载的天线模块中,第一方向与第二方向正交。

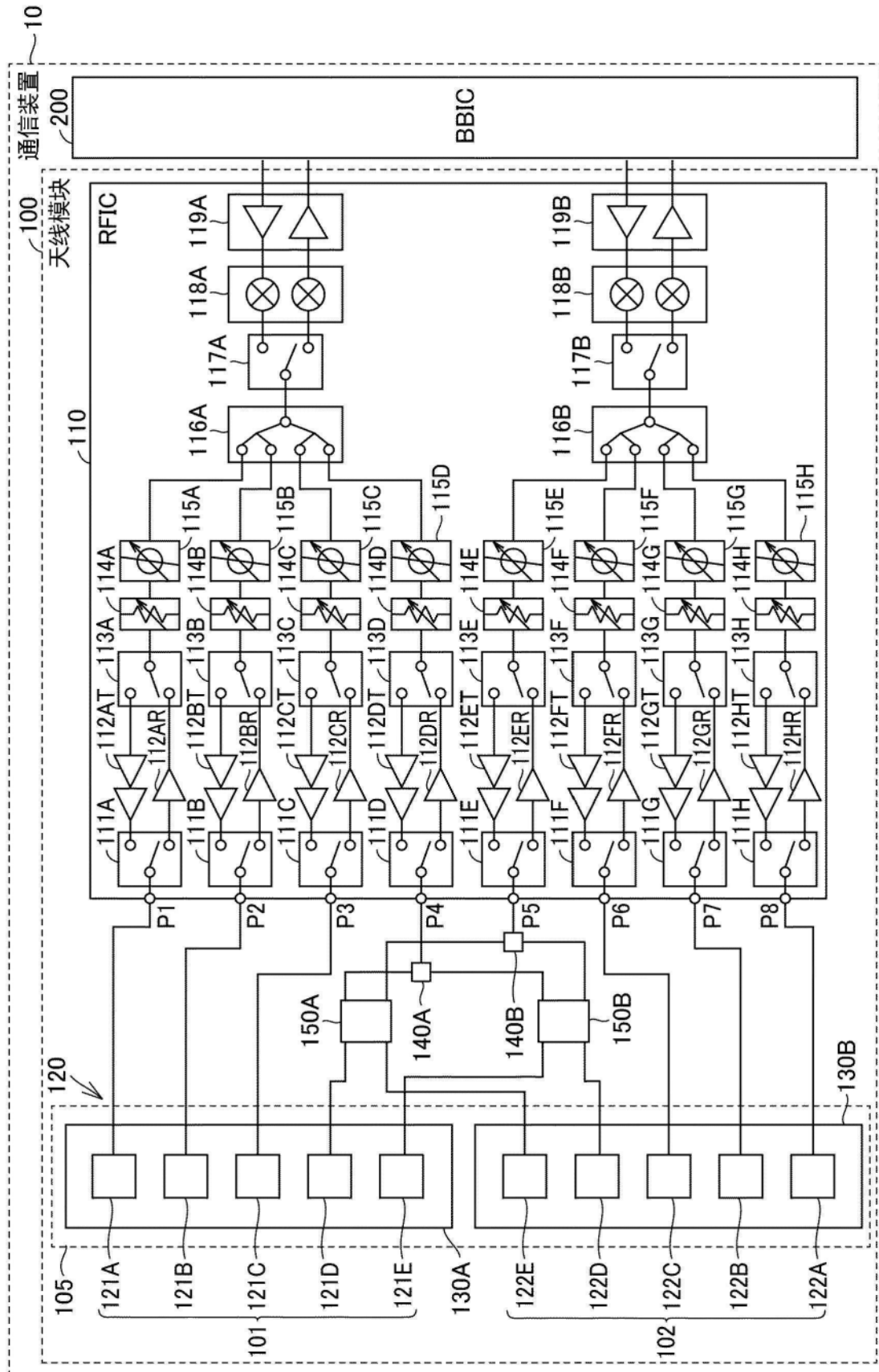
[0205] (第十三项) 第十一项或第十二项所记载的天线模块还具备第一移相器和第二移相器。第一移相器与第二混合耦合器的第一输入端子连接,使来自馈电电路的第一信号的相位变化。第二移相器与第二混合耦合器的第二输入端子连接,使来自馈电电路的第二信号的相位变化。

[0206] (第十四项) 一种通信装置,其搭载有第一项~第十三项中的任一项所记载的天线模块。

[0207] 应当认为本次公开的实施方式在所有方面均为例示而非限制性的。本发明的范围由权利要求书示出,而不是由上述的实施方式的说明示出,并且意图包括在与权利要求书等同的含义及范围内的所有变更。

[0208] 附图标记说明

[0209] 10:通信装置;100、100A~100I、100K~100M、100P、100Q、100X:天线模块;101、102:天线组;105、105E、105F、130:电介质基板;110:RFIC;111A~111H、113A~113H、117A、117B:开关;112AR~112HR:低噪声放大器;112AT~112HT:功率放大器;114A~114H:衰减器;115A~115H、160A~160D、160P、160Q:移相器;116A、116B:信号合波/分波器;118A、118B:混频器;119A、119B:放大电路;120、120G:天线装置;121、121A~121F、121H、122、122A~122F、122H、123、123A~123E、124、124A~124E、126:辐射元件;125:SiP模块;130A~130G:基板;133:突出部;134:边界部;135:弯曲部;136:切口部;137:柔性基板;140、140A~140H、140P、140Q:分配器;150、150A~150H、150P:混合耦合器;151:第一线路;152:第二线路;171、172:馈电布线;200:BBIC;IN1、IN2:输入端子;OUT1、OUT2:输出端子;P1~P16:输出端口;RG1、RG2:区域;SP1、SP1A、SP1B、SP1H、SP1V、SP2、SP2A、SP2B:馈电点。



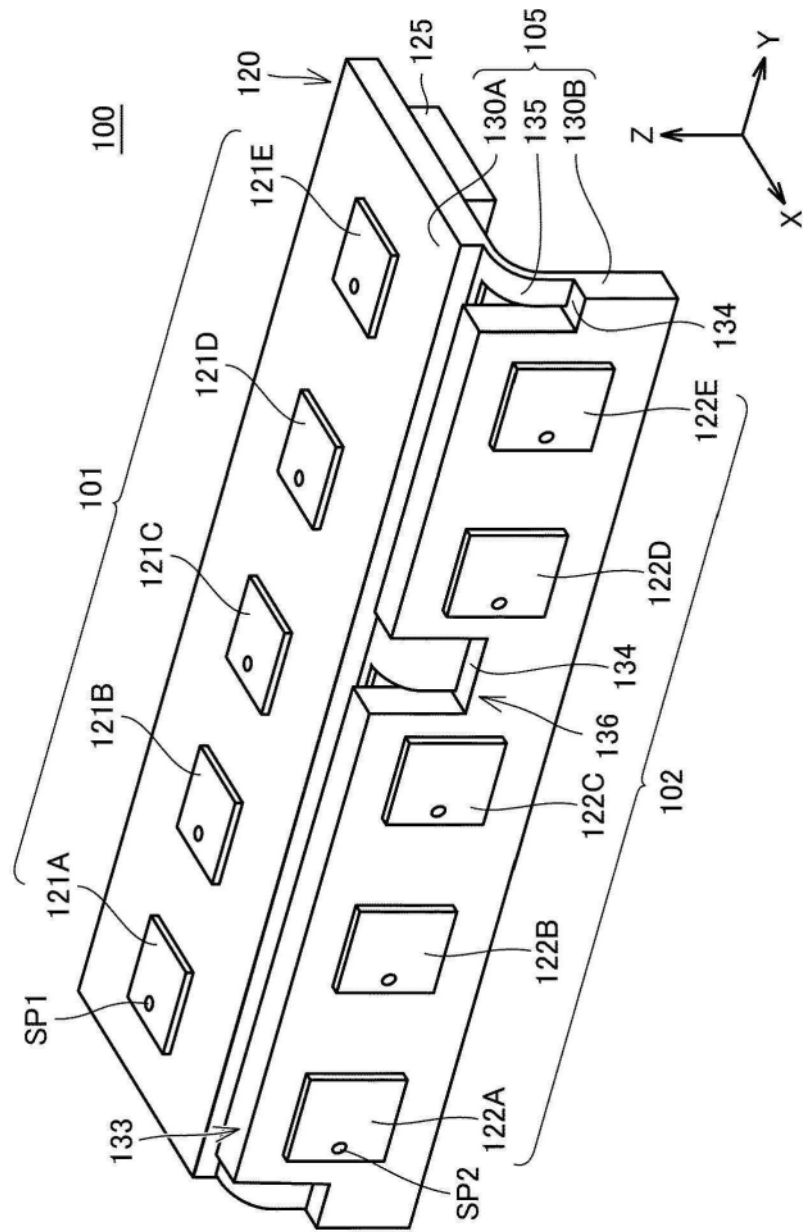


图2

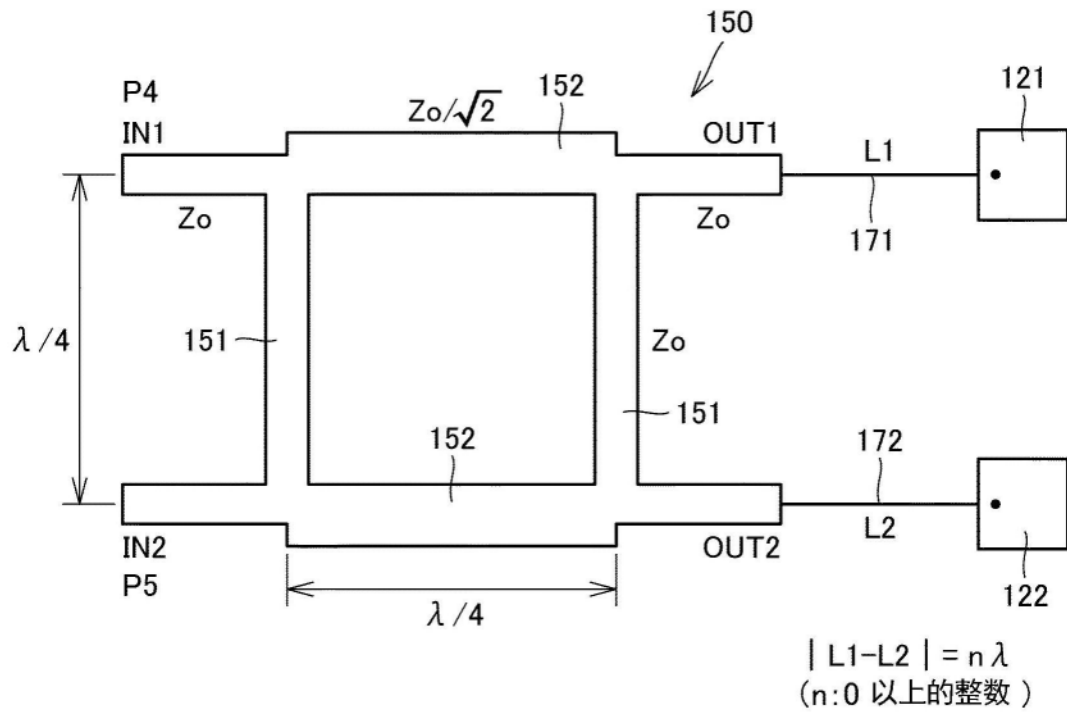


图3

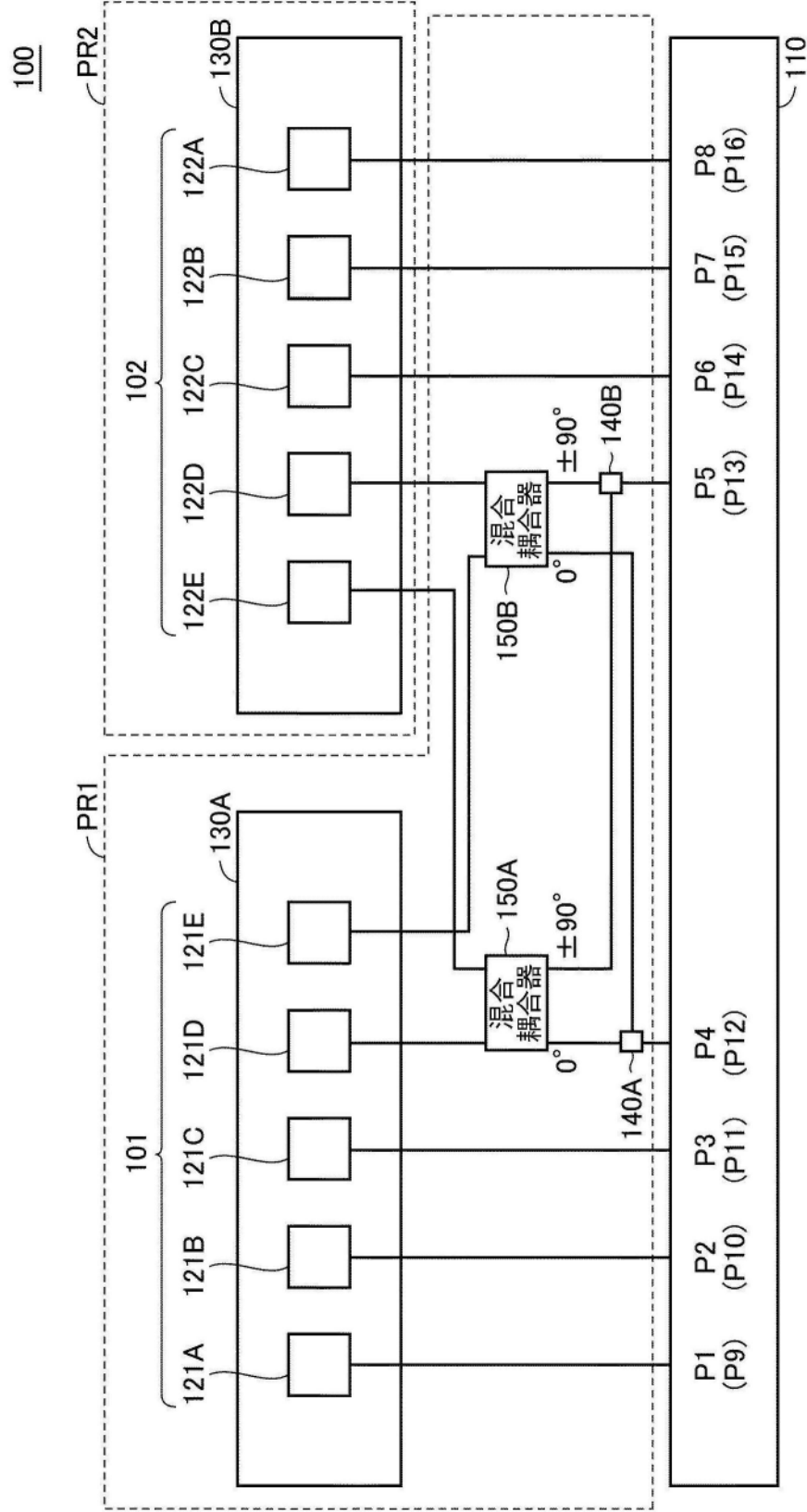


图4

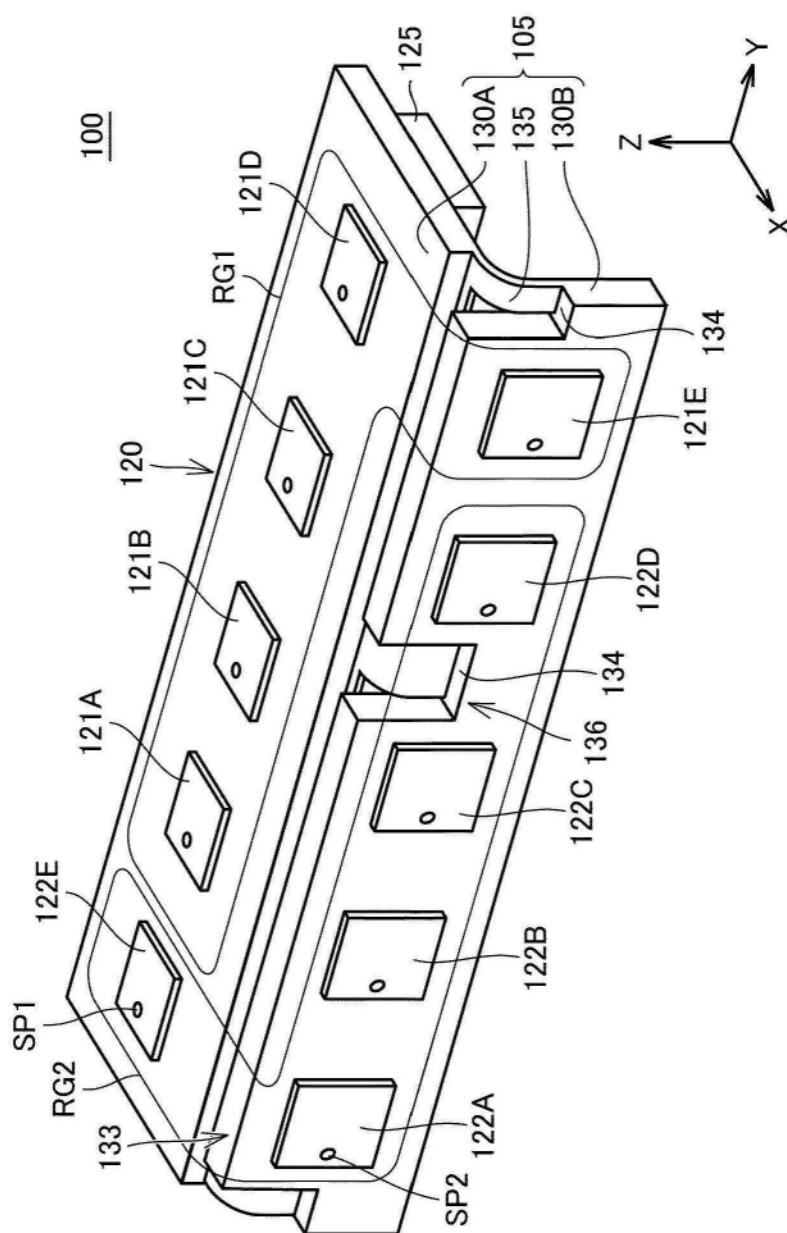


图5

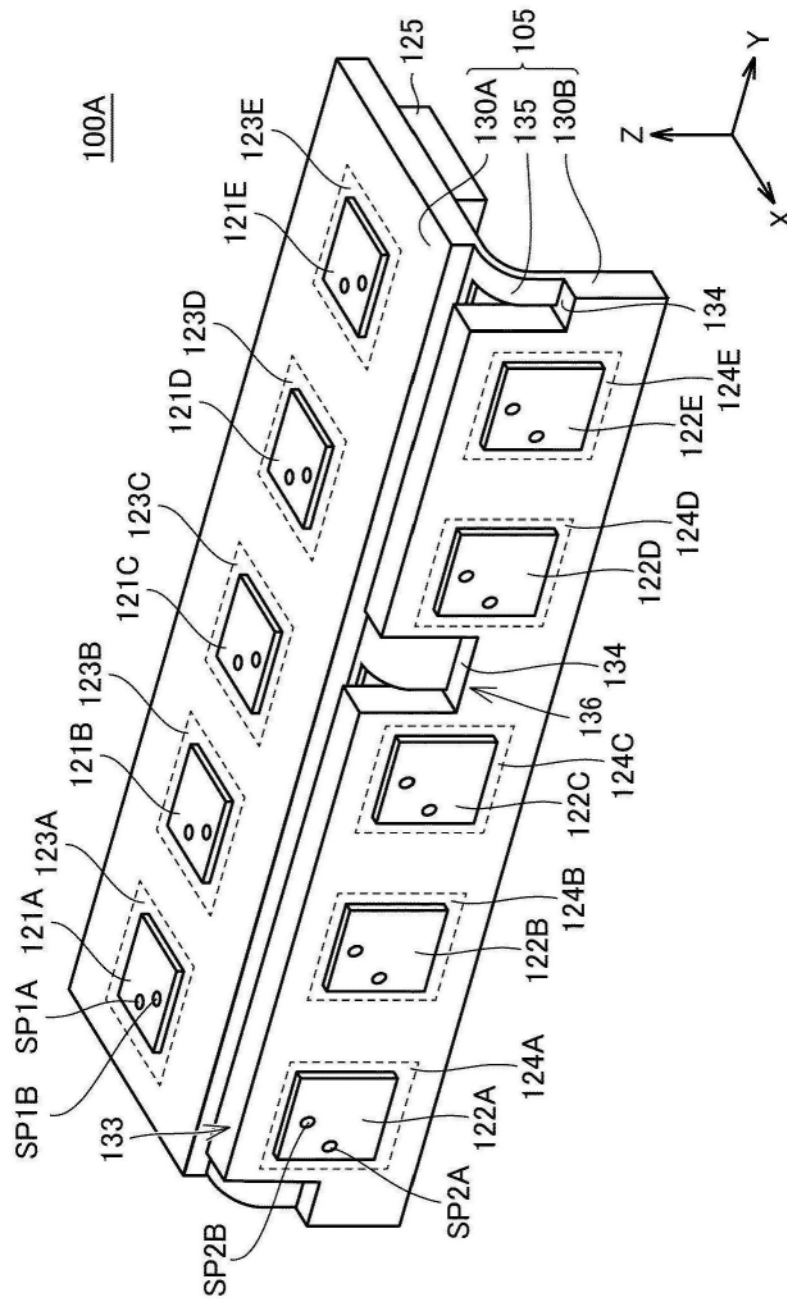


图6

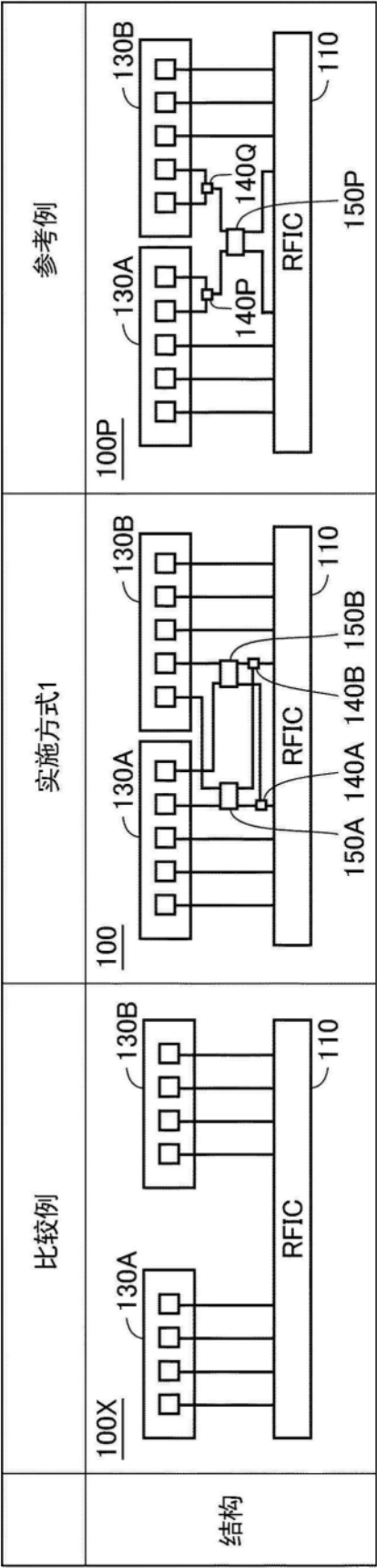


图7

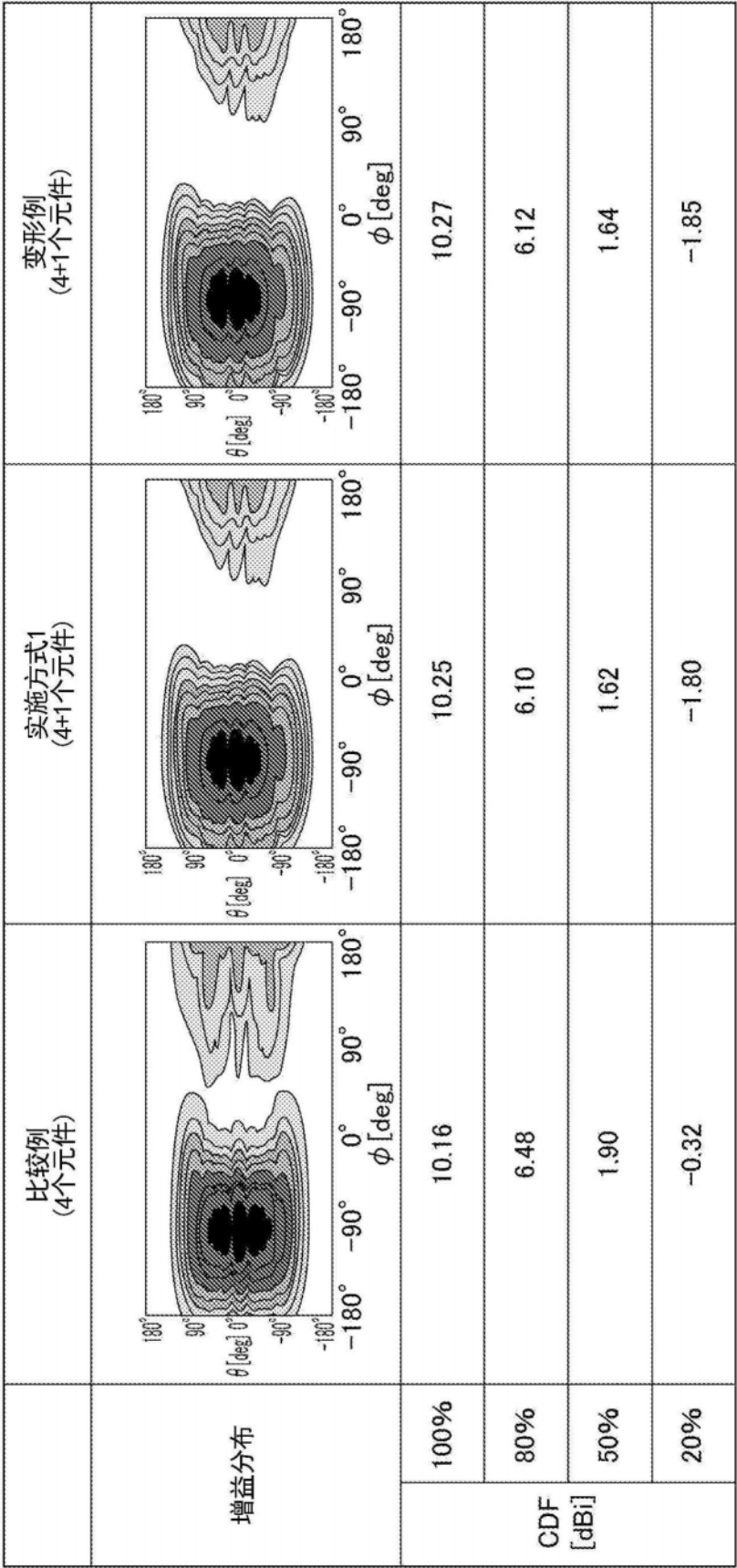


图8

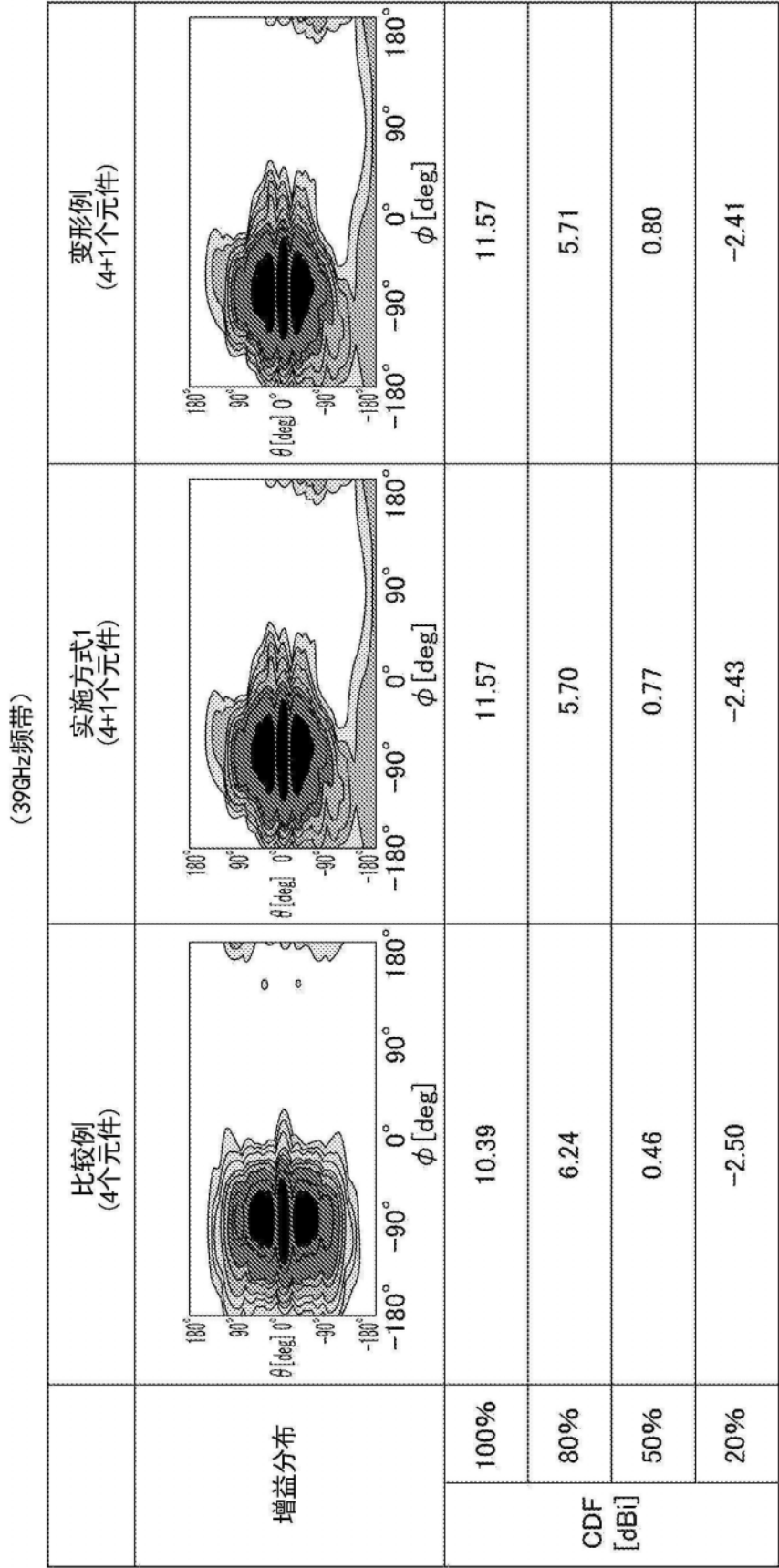


图9

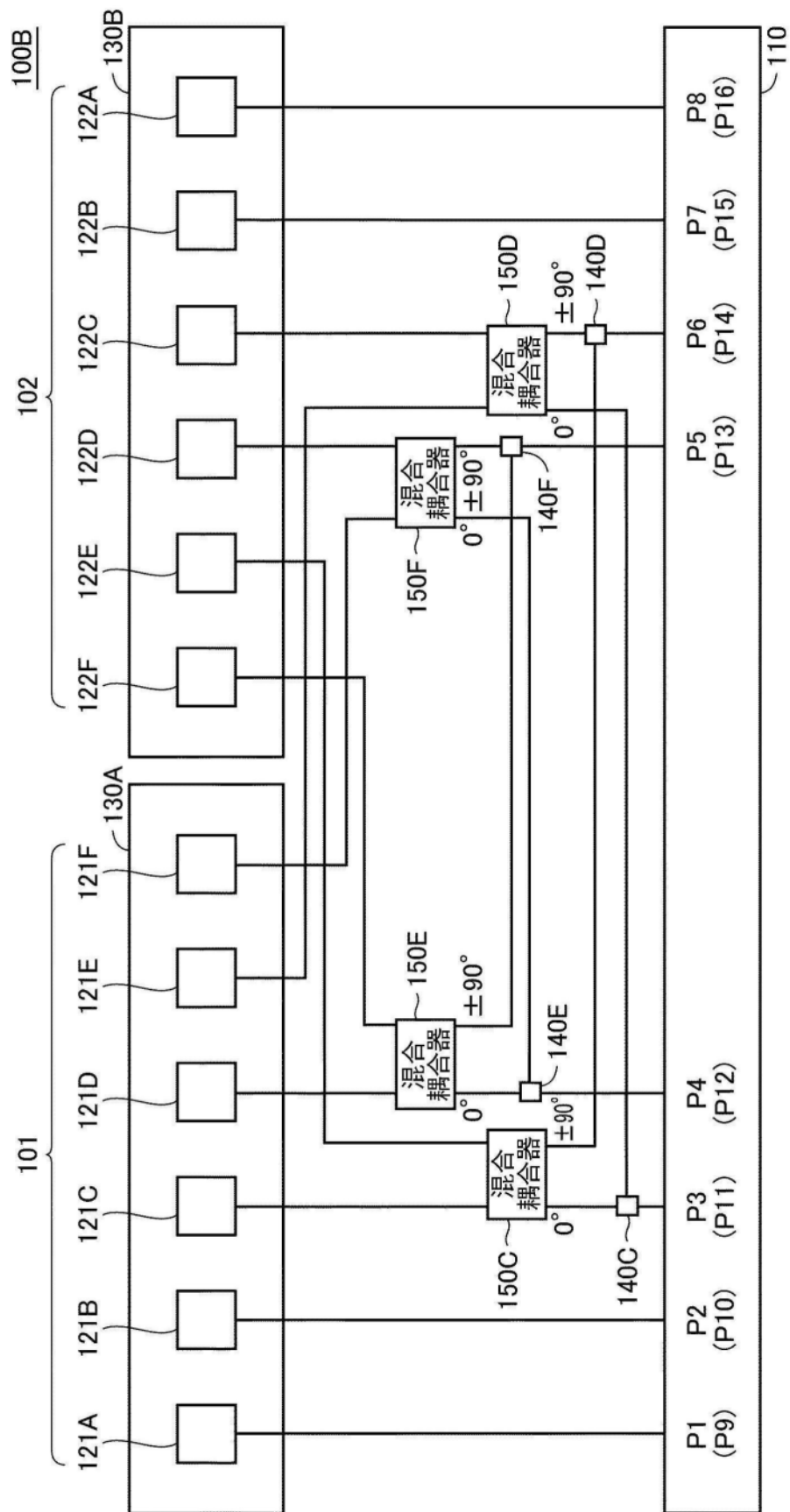


图10

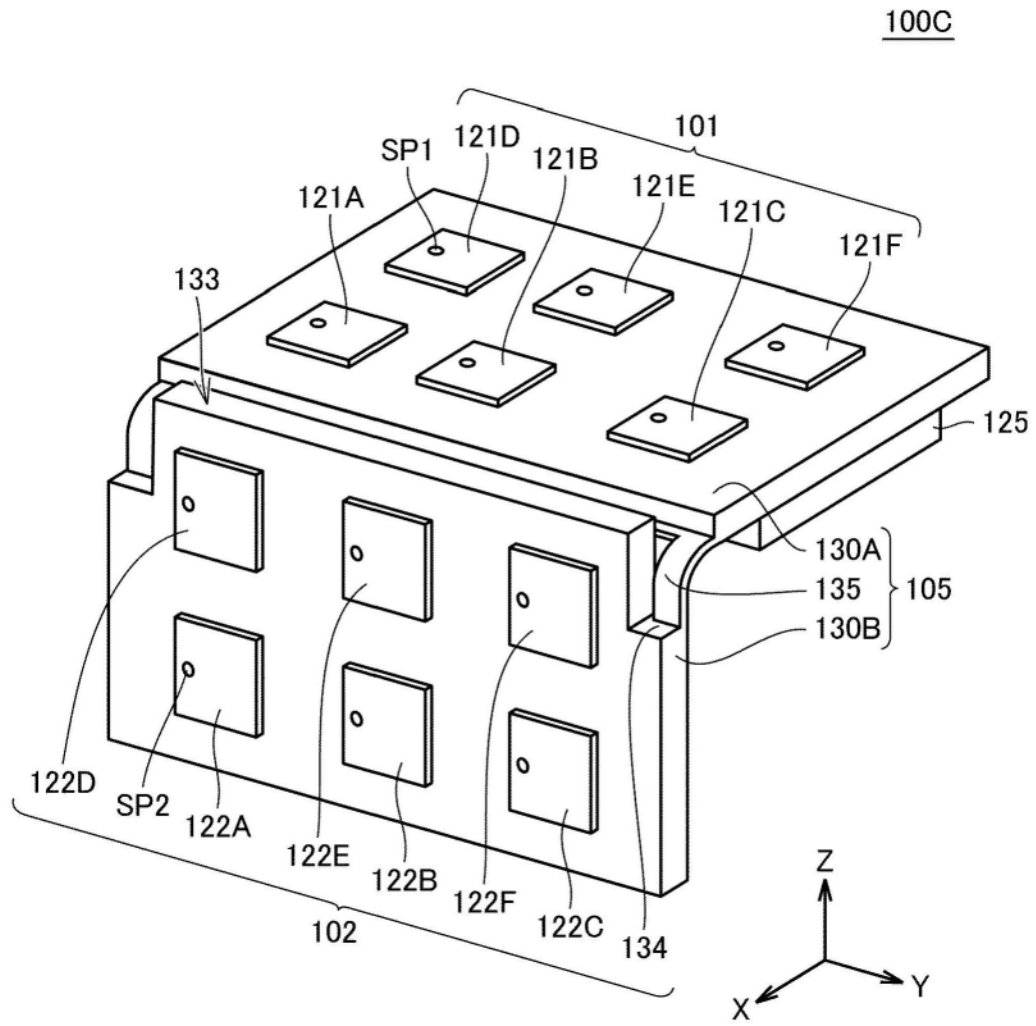


图11

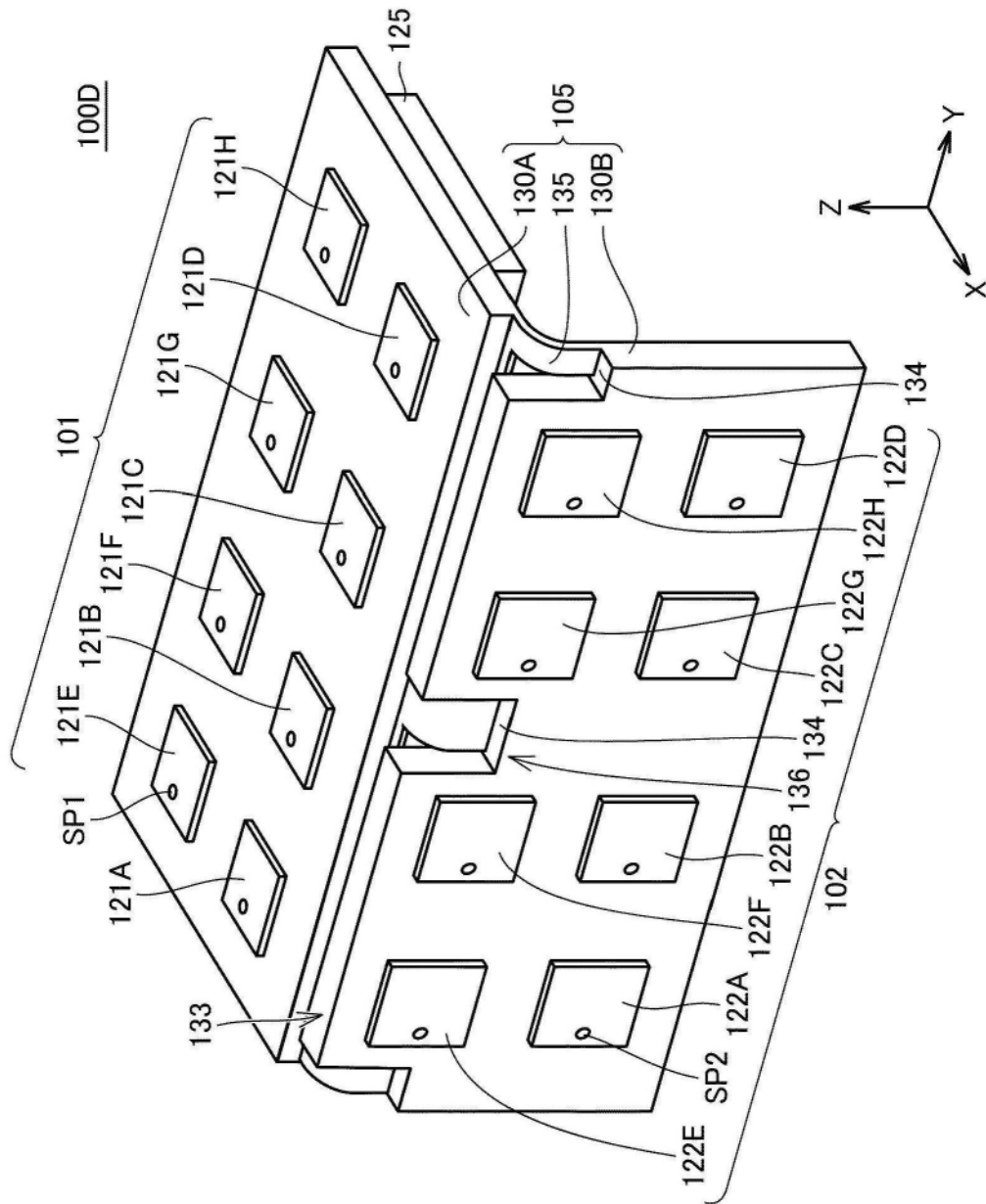


图12

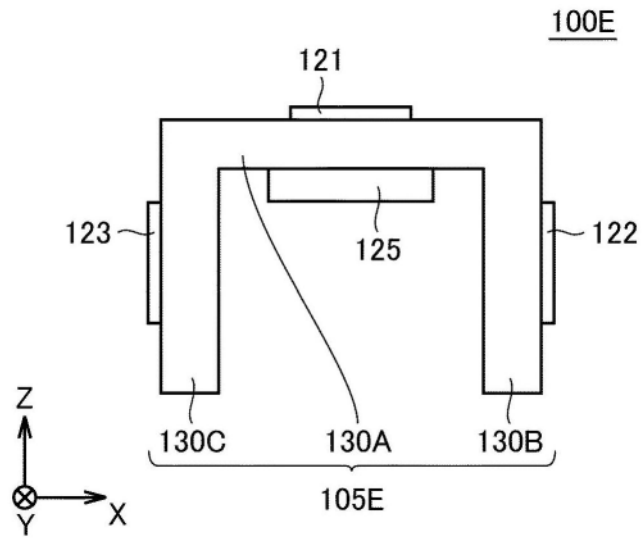


图13

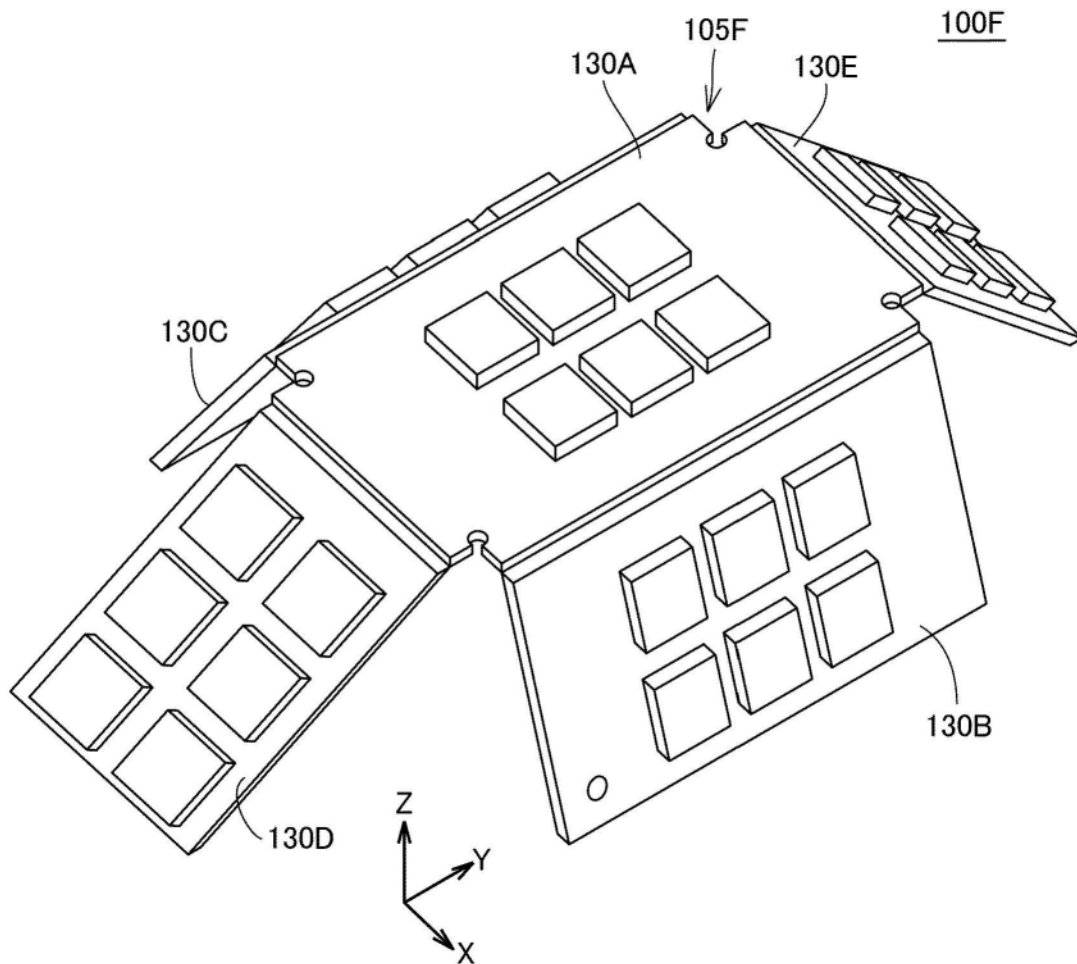


图14

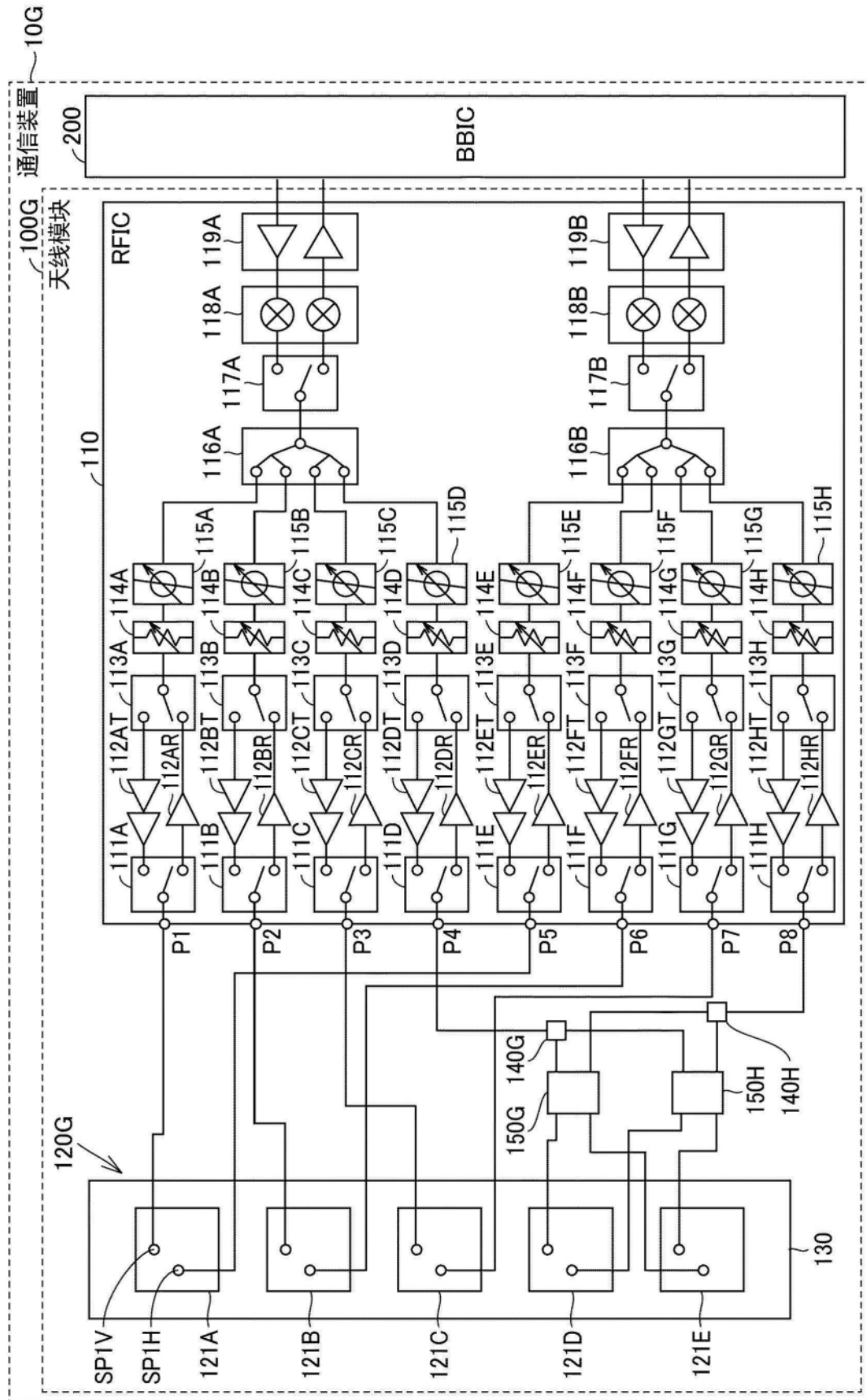


图15

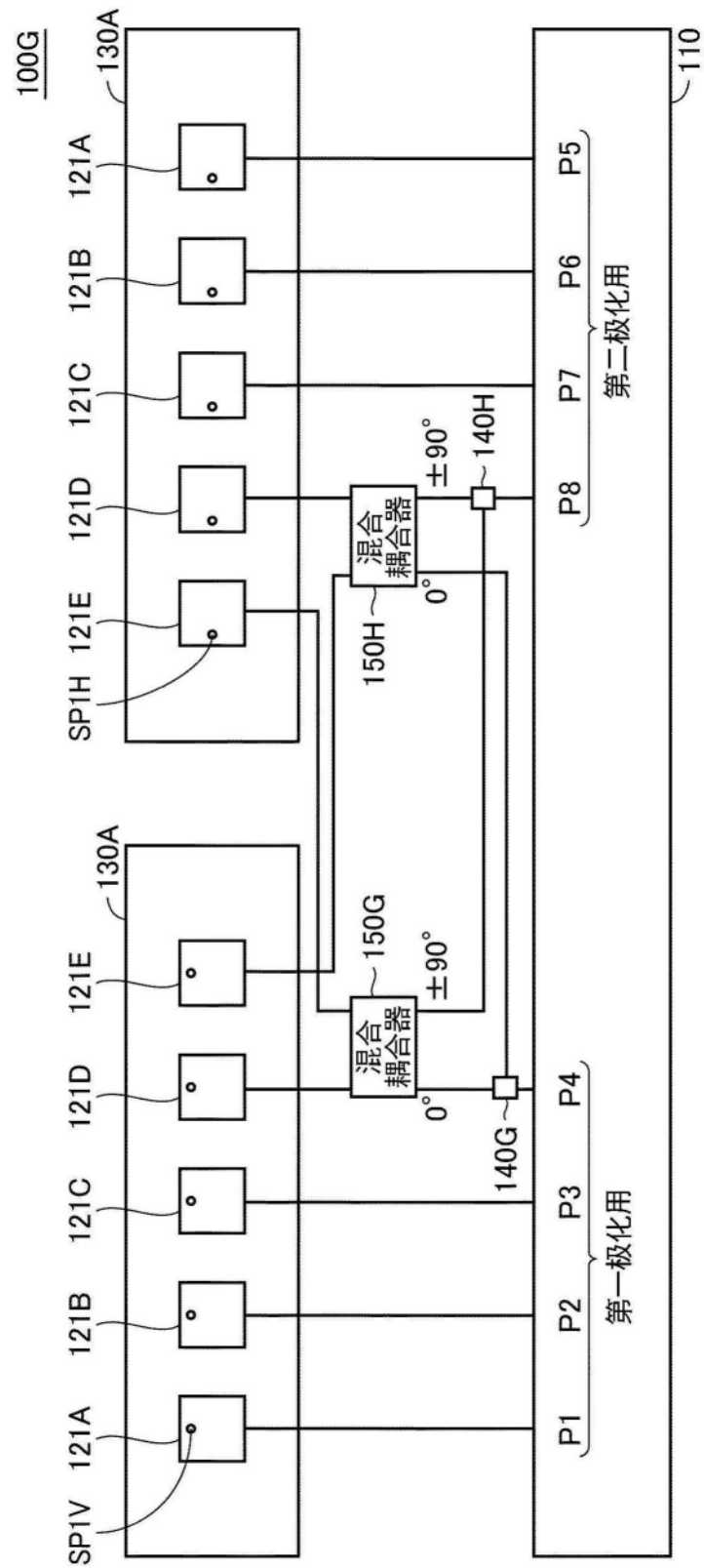


图16

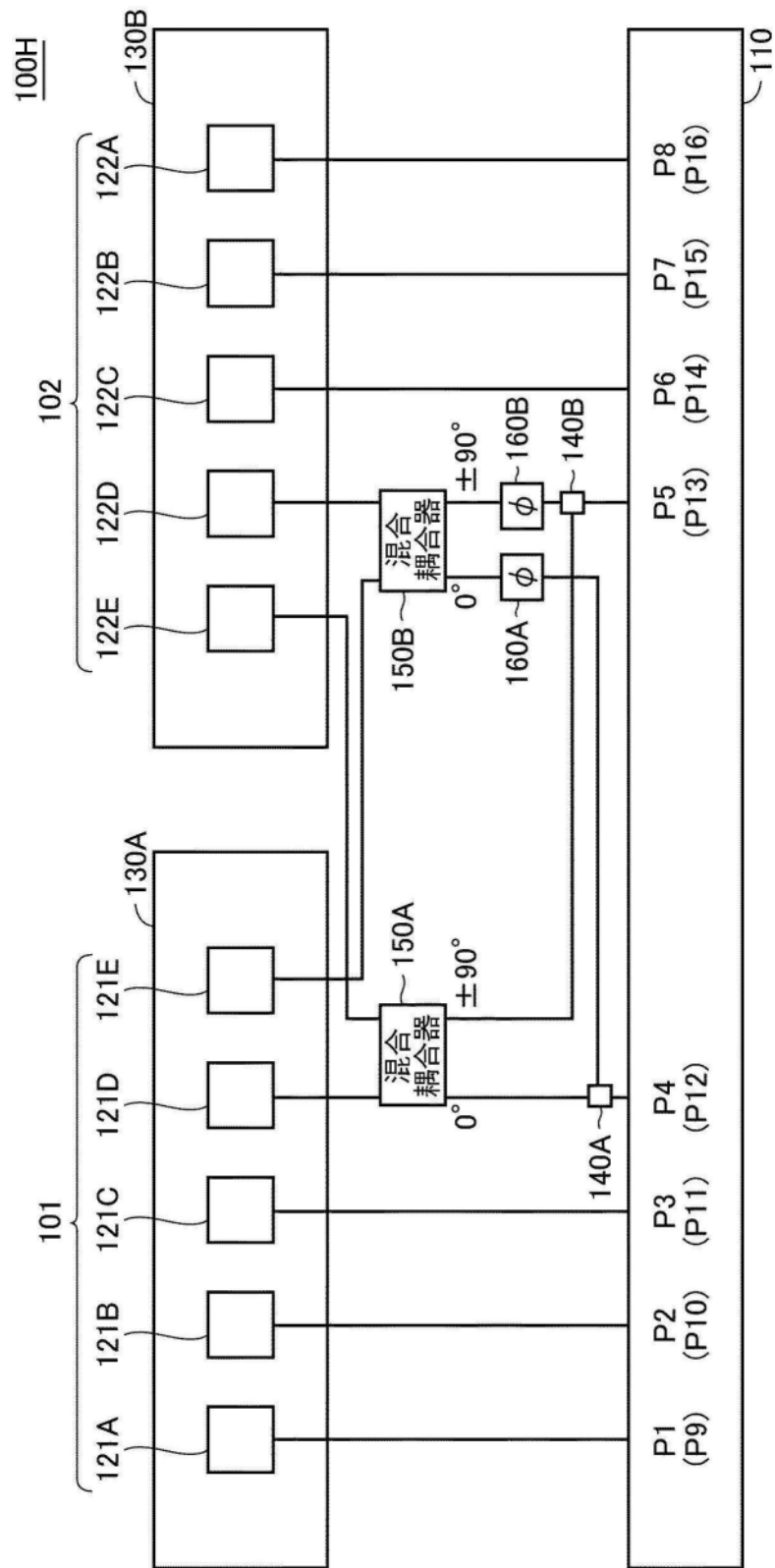


图17

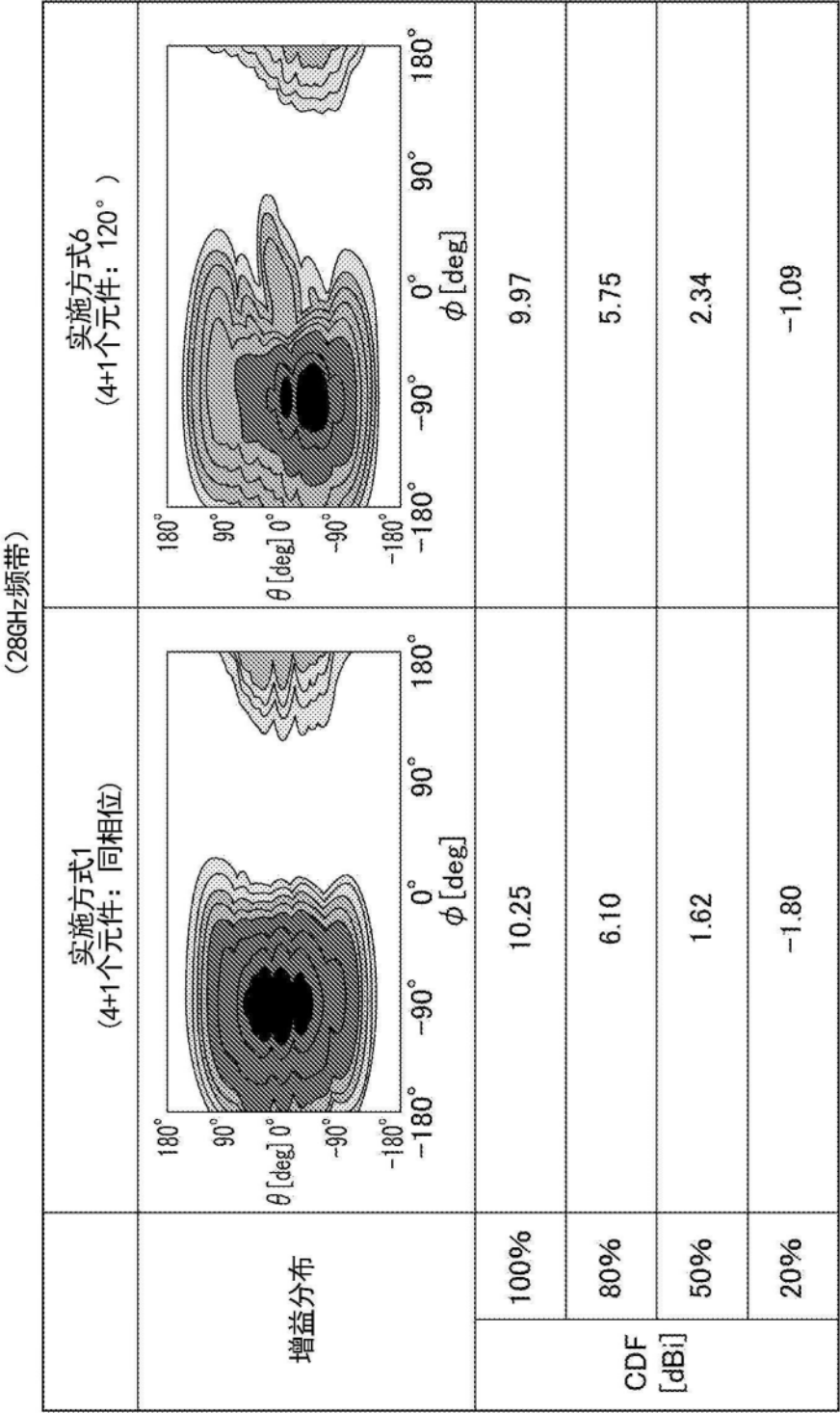


图18

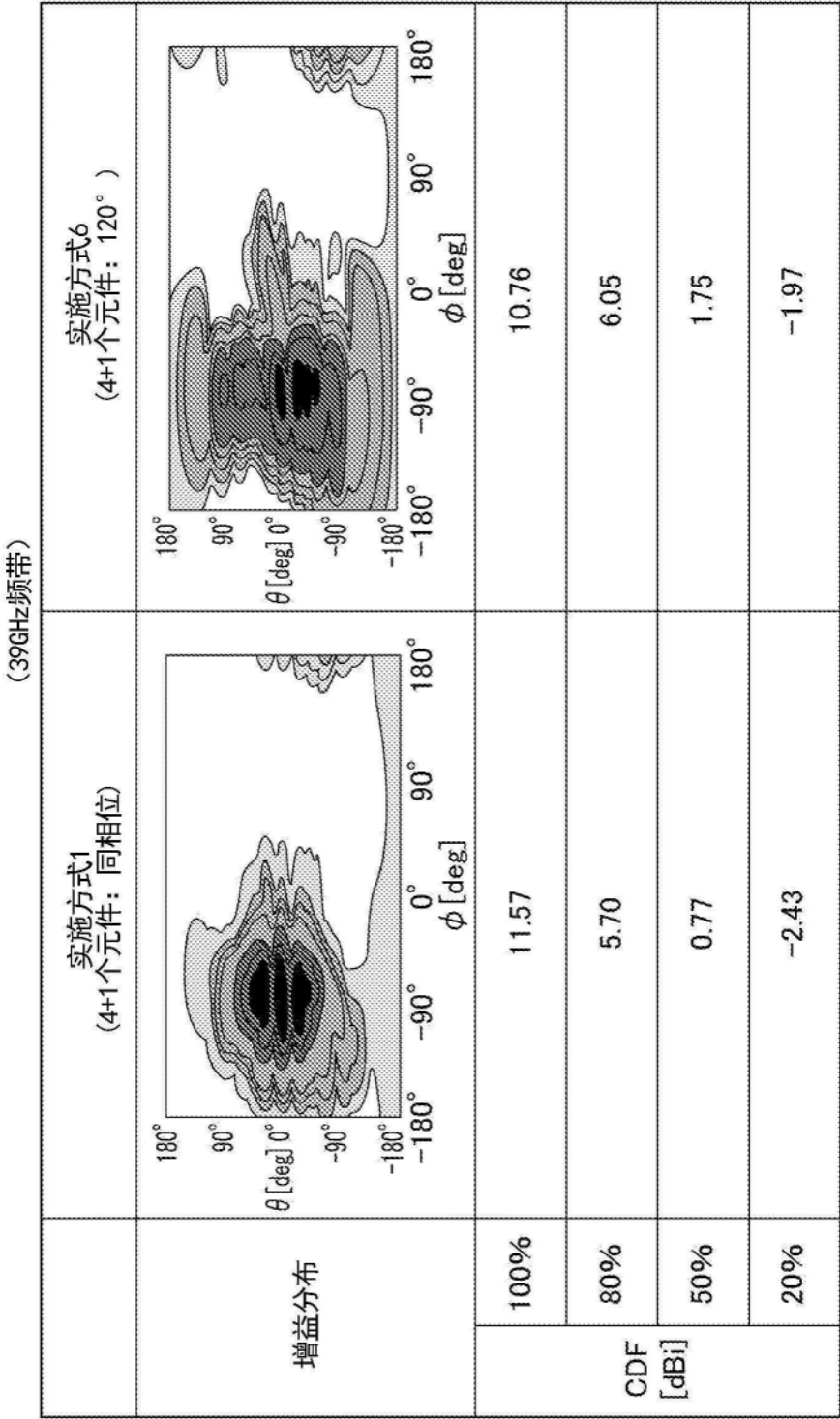


图19

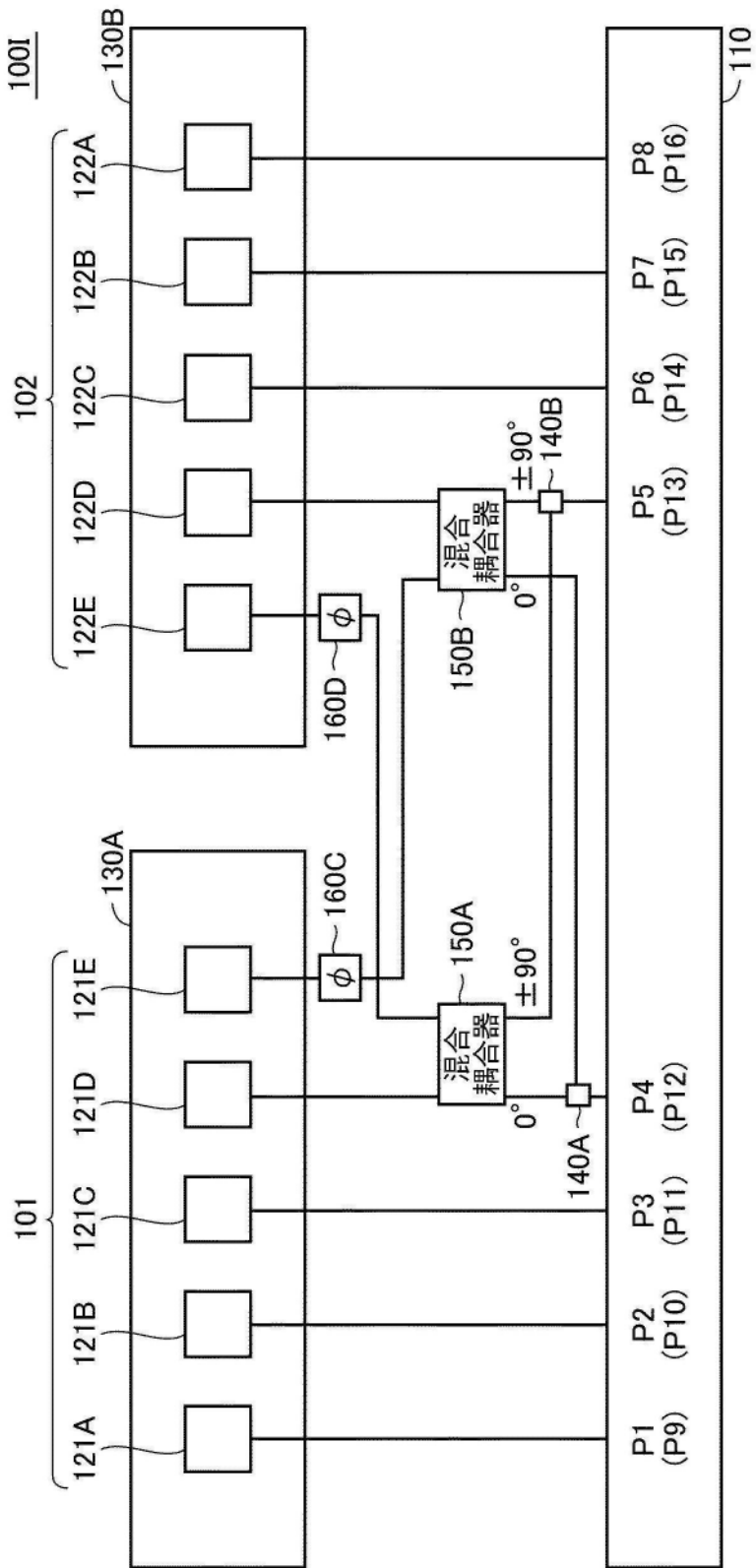


图20

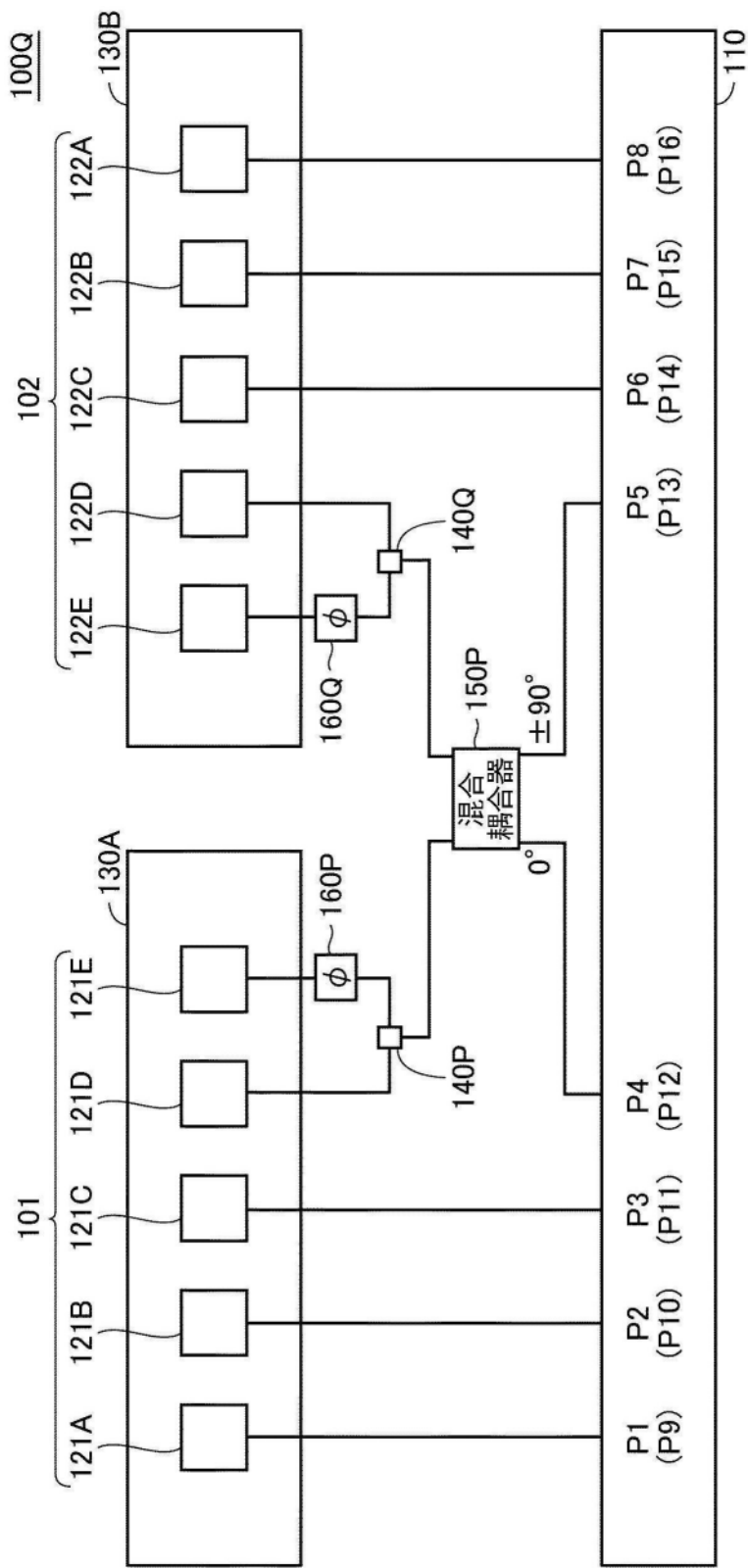


图21

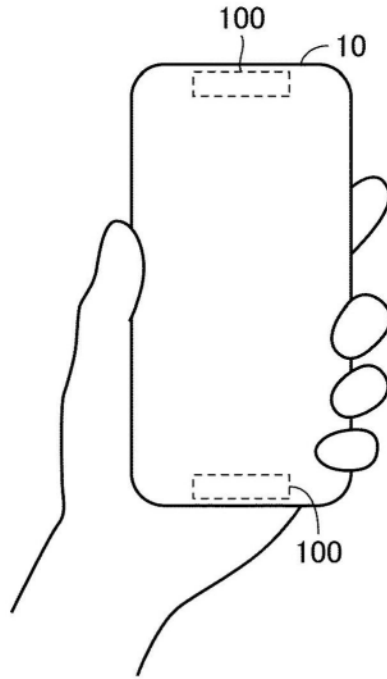


图22

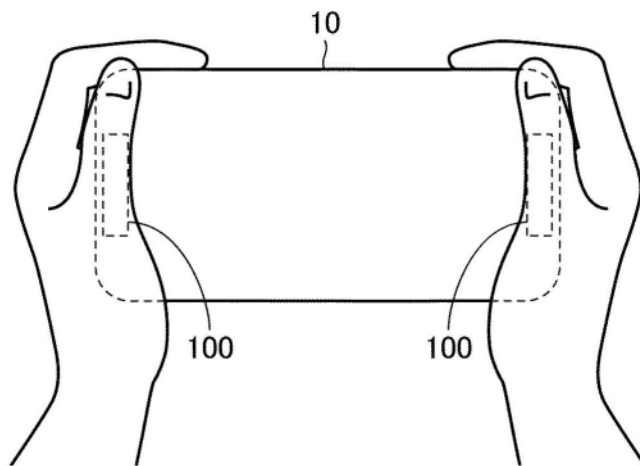


图23

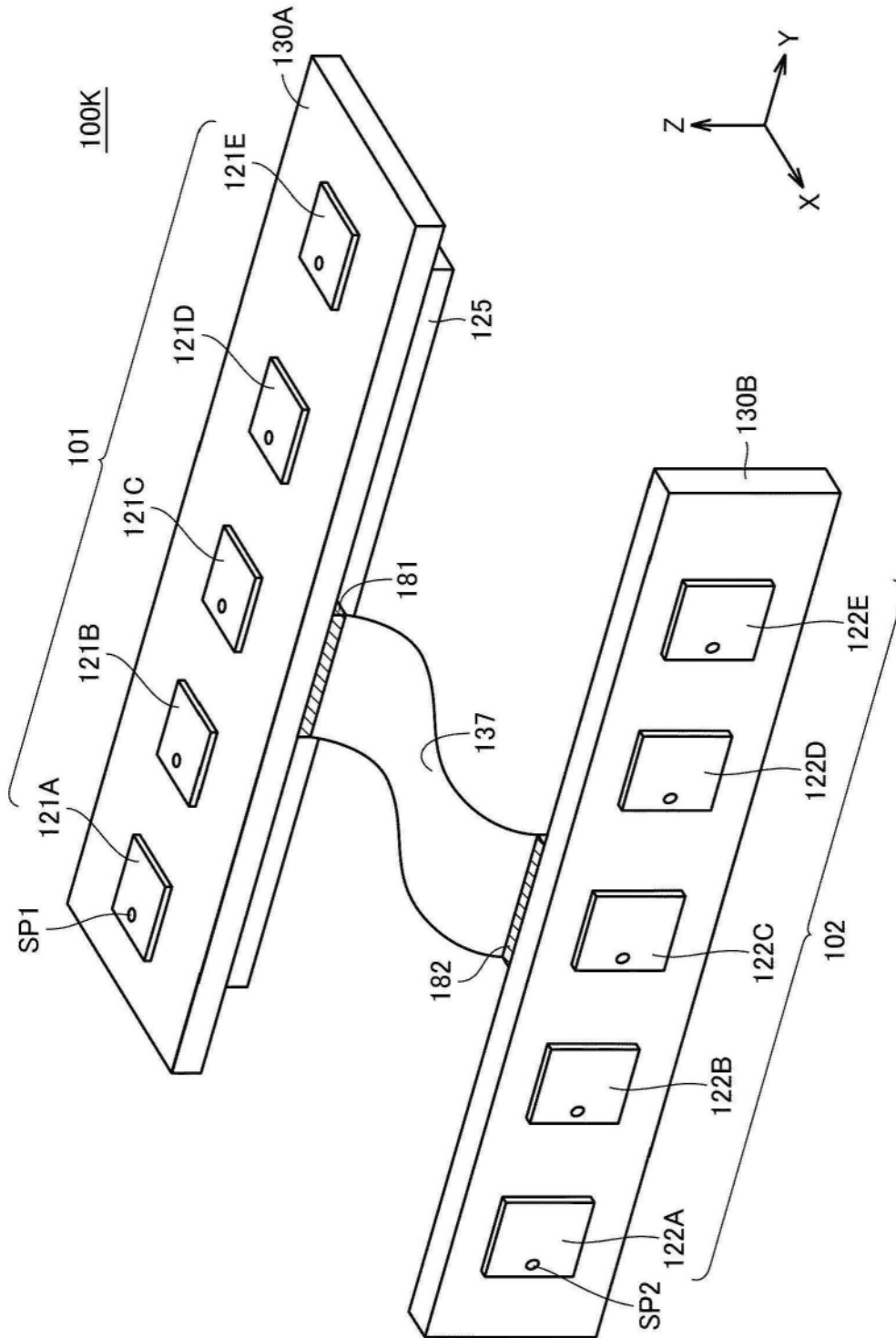


图24

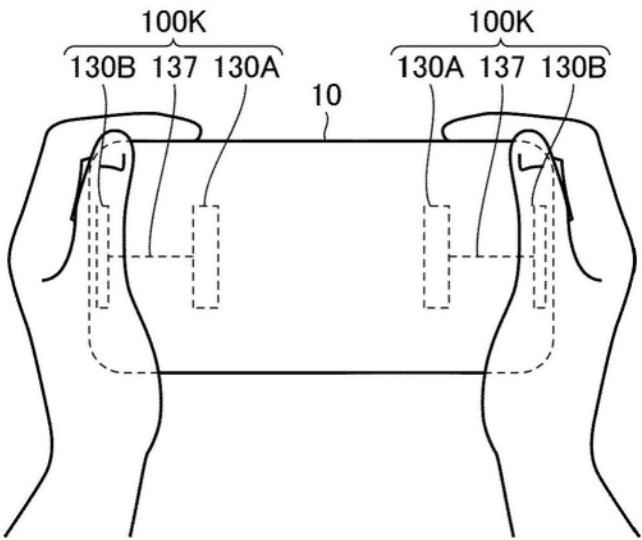


图25

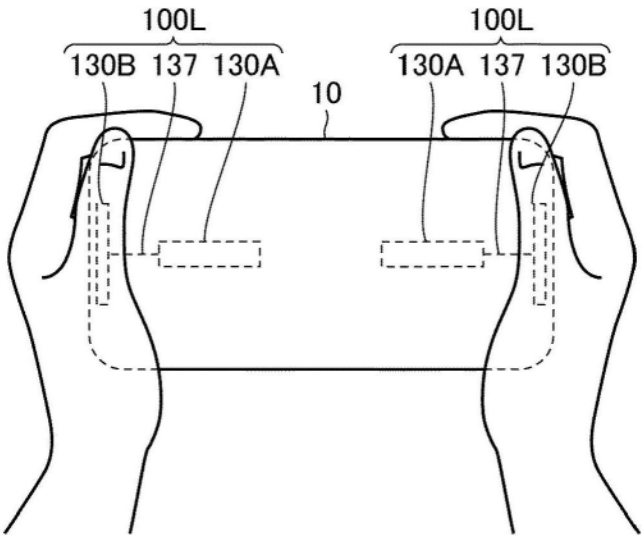


图26

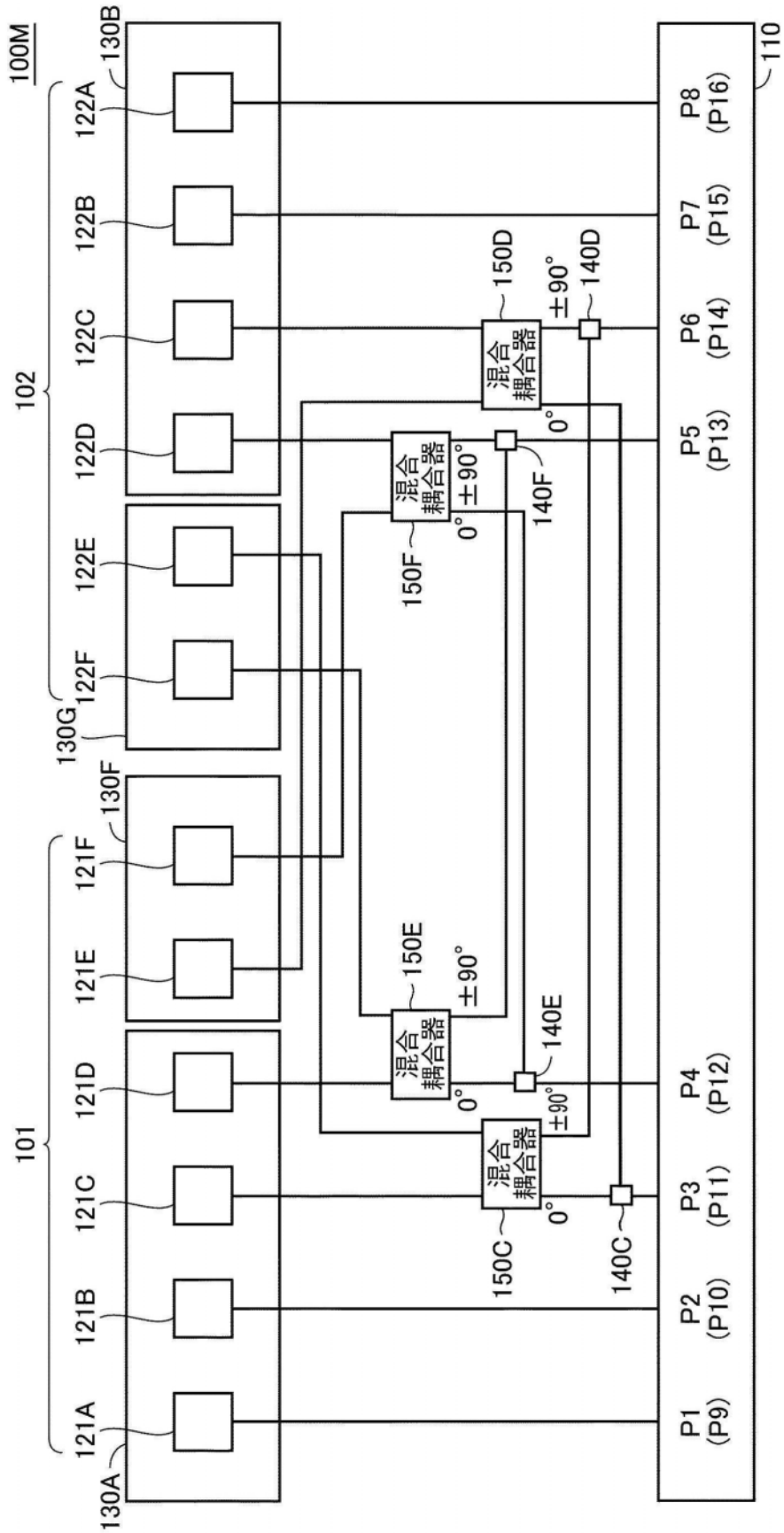


图27

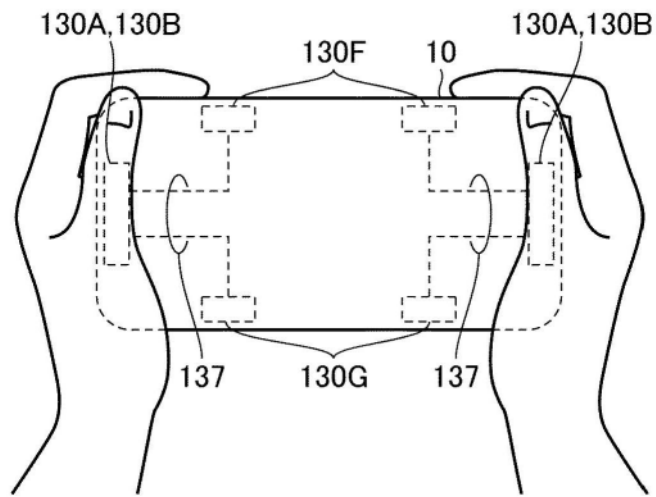


图28