



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 112448155 A

(43)申请公布日 2021.03.05

(21)申请号 201910837849.7

H01Q 21/24(2006.01)

(22)申请日 2019.09.05

H01Q 21/30(2006.01)

(71)申请人 华为机器有限公司

H01Q 1/24(2006.01)

地址 523808 广东省东莞市松山湖科技产  
业园区新城大道2号

H01Q 1/22(2006.01)

(72)发明人 罗兵 李建平 覃雯斐

(74)专利代理机构 北京同达信恒知识产权代理  
有限公司 11291

代理人 落爱青

(51) Int. Cl.

H01Q 1/38(2006.01)

H01Q 1/50(2006.01)

H01Q 1/52(2006.01)

H01Q 9/28(2006.01)

H01Q 19/10(2006.01)

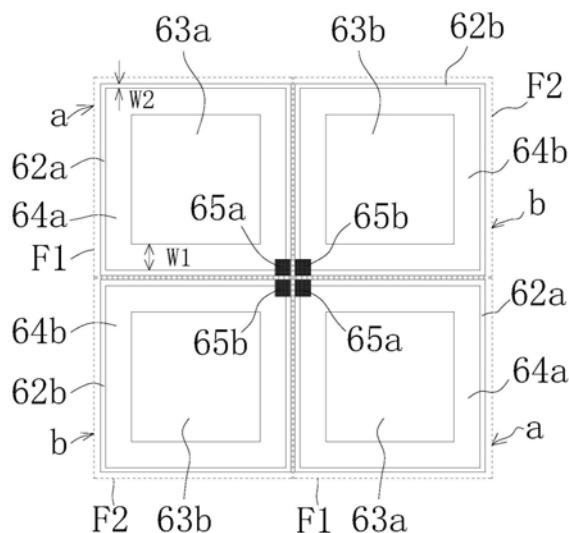
权利要求书2页 说明书15页 附图19页

(54)发明名称

一种天线、天线阵列及通讯设备

(57)摘要

本申请提供了一种天线、天线阵列及通讯设备,其中的天线包括辐射部和馈电部,馈电部与辐射部耦接、并用于向辐射部馈电,使辐射部向外辐射低频信号;而辐射部包括一个或多个具有带通特性的频率选择单元,且辐射部为在高频信号穿过时能够激励出成对抵消的耦合电流的结构。由于当高频信号穿过辐射部时,辐射部上激励出的每对耦合电流都是成对出现且可相互抵消的,可以减小甚至完全消除辐射部上与高频信号相同频率的高频感应电流。这样,在高频信号穿过时,辐射部上就只能辐射出较少的或者完全不辐射与该高频信号同频率的电磁波,有利于改善发射高频信号的高频天线的增益稳定性和极化抑制比等方向图参数。



1. 一种天线,其特征在於,包括辐射部和馈电部,所述馈电部与所述辐射部耦接、并用于向所述辐射部馈电;

所述辐射部包括一个或多个具有带通特性的频率选择单元,且所述辐射部为在高频信号穿过时能够激励出成对抵消的耦合电流的结构。

2. 根据权利要求1所述的天线,其特征在於,每个所述频率选择单元包括一个导电栅格和一个位于所述导电栅格内的导体件,所述导体件与对应的导电栅格之间具有间隙且电气耦合,以使对应的频率选择单元具有带通特性;

所述辐射部上激励出的每两对耦合电流形成于一个所述频率选择单元中,其中,每对所述耦合电流中,一个电流形成于所述导体件,另一个电流形成于所述导电栅格。

3. 根据权利要求2所述的天线,其特征在於,所述馈电部与一个或多个频率选择单元内导电栅格的外侧边耦接、并用于向所耦接的导电栅格馈电。

4. 根据权利要求2或3所述的天线,其特征在於,所述导电栅格的边框的宽度大于或等于所述高频信号的频率对应的真空波长的0.001倍且小于或等于所述高频信号的频率对应的真空波长的0.1倍。

5. 根据权利要求2或3所述的天线,其特征在於,所述导电栅格与对应的导体件之间的间隙宽度大于或等于所述高频信号的频率对应的真空波长的0.001倍且小于或等于所述高频信号的频率对应的真空波长的0.1倍。

6. 根据权利要求2或3所述的天线,其特征在於,所述导体件包括多个间隔设置的子导体件;

且每相邻两个所述子导体件之间的间隙的宽度大于或等于所述高频信号的频率对应的真空波长的0.001倍且小于或等于所述高频信号的频率对应的真空波长的0.1倍。

7. 根据权利要求6所述的天线,其特征在於,每相邻两个所述子导体件之间的间隙的宽度大于或等于所述高频信号的频率对应的真空波长的0.0025倍且小于或等于所述高频信号的频率对应的真空波长的0.05倍。

8. 根据权利要求6所述的天线,其特征在於,所述辐射部还包括导体连接部;

在至少部分所述子导体件中,每个所述子导体件的侧边的一部分通过导体连接部与导电栅格的边框电连接。

9. 根据权利要求8所述的天线,其特征在於,所述子导体件的侧边与所述导体连接部连接的部分的宽度范围为大于或等于所述高频信号的频率对应的真空波长的0.001倍且小于或等于所述高频信号的频率对应的真空波长的0.1倍。

10. 根据权利要求2或3所述的天线,其特征在於,所述导电栅格的形状和对应的导体件的外轮廓的形状相匹配,以使所述导电栅格与对应的导体件之间的间隙宽度均匀。

11. 根据权利要求1~10任一项所述的天线,其特征在於,所述天线为正负45°双极化偶极子天线。

12. 根据权利要求11所述的天线,其特征在於,每个所述导电栅格均为边数大于或等于3的正多边形,且该正多边形的每一个内角的度数为360°的约数。

13. 根据权利要求12所述的天线,其特征在於,在每个辐射部中,每个导电栅格的形状均呈正方形,且位于每个辐射部中的一个或多个导电栅格排布成一个n行\*n列的阵列,其中,n为大于或等于1的正整数。

14. 根据权利要求2至13任一项所述的天线,其特征在于,所述天线还包括介质基板,所述导电栅格和所述导体件均为形成于所述介质基板表面的金属箔结构。

15. 根据权利要求14所述的天线,其特征在于,所述介质基板为电木板、玻璃纤维板或者塑胶板。

16. 一种天线阵列,其特征在于,包括至少一个第一天线和至少一个第二天线,其中,所述第一天线为如权利要求1至15任一项所述的天线,所述第二天线的工作频率为所述高频信号的频率,所述第一天线的工作频率低于所述第二天线的工作频率,且所述第一天线中的频率选择单元对所述第二天线的工作频率呈通带特性。

17. 根据权利要求16所述的天线阵列,其特征在于,所述第一天线的辐射部与至少部分的所述第二天线的辐射部的最小距离小于或等于所述第一天线的工作频段对应的真空波长的0.5倍。

18. 一种通讯设备,其特征在于,包括权利要求16或17所述的天线阵列。

## 一种天线、天线阵列及通讯设备

### 技术领域

[0001] 本申请涉及到通信技术领域,尤其涉及到一种天线、天线阵列及通讯设备。

### 背景技术

[0002] 在基站等通讯设备中,通常同时配置高频天线和低频天线,高频天线的信号传输容量大,低频天线的信号抗衰减能力强;而为了减小通讯设备的体积,有时需要将高频天线和低频天线配置于同一个天线阵面中,形成共孔径天线阵列。

[0003] 在现有的通讯设备中,由于低频天线辐射部尺寸通常大于高频天线的辐射部尺寸,高频天线辐射出的高频信号的射频信号会在低频天线的辐射部上激励出高频的感应电流,而该感应电流会进一步激励出高频电磁波,该高频电磁波会与高频天线直接辐射出的电磁波综合作用,导致高频天线的增益稳定性和极化抑制比等方向图参数恶化。

### 发明内容

[0004] 本申请提供了一种天线、天线阵列及通讯设备,用以改善天线阵列中高频天线的增益稳定性和极化抑制比等方向图参数。

[0005] 第一方面,提供了一种天线,该天线包括辐射部和馈电部,馈电部与辐射部耦接、并用于向辐射部馈电,使辐射部向外辐射低频信号;而辐射部包括一个或多个具有带通特性的频率选择单元,且辐射部为在高频信号穿过时能够激励出成对抵消的耦合电流的结构。由于当高频信号穿过辐射部时,辐射部上激励出的每对耦合电流都是成对出现且可相互抵消的,可以减小甚至完全消除辐射部上与高频信号相同频率的高频感应电流,这样,在高频信号穿过时,辐射部上就只能辐射出较少的或者完全不辐射与该高频信号同频率的电磁波,有利于改善发射高频信号的高频天线的增益稳定性和极化抑制比等方向图参数。

[0006] 在一个具体的可实施方案中,每个所述频率选择单元包括一个导电栅格和一个位于所述导电栅格内的导体件,所述导体件与对应的导电栅格之间具有间隙且电气耦合,以使对应的频率选择单元具有带通特性;从而,当高频信号穿过所述辐射部时,该辐射部上激励出的每两对耦合电流形成于一个所述频率选择单元中,其中,每对所述耦合电流中,一个电流形成于所述导体件,另一个电流形成于所述导电栅格,而形成于导体件上的电流和形成于导电栅格上的电流能够至少相互远场抵消一部分,减少甚至完全消除辐射部辐射与该高频信号同频率的电磁波的情况。

[0007] 在一个具体的可实施方案中,所述馈电部与一个或多个频率选择单元内导电栅格的外侧边耦接、并用于向所耦接的导电栅格馈电。与馈电部向两个相邻频率选择单元的导电栅格共用侧边框馈电的情况相比,能够提高该天线的带宽。

[0008] 在一个具体的可实施方案中,所述导电栅格的边框的宽度大于或等于所述高频信号的频率对应的真空波长的0.001倍且小于或等于所述高频信号的频率对应的真空波长的0.1倍。这样,一方面,能避免导电栅格的边框宽度过大时,导电栅格的边框距离其中导体件较远的边缘上也会被高频信号激励出与该高频信号同频率且无法被抵消的感应电流,最终

发射高频信号的高频天线增益稳定性和极化抑制比等参数恶化的情况,另一方面,能避免导电栅格的边框的宽度过小,导致导电栅格的边框无法承受较大的电流和较大的功率,导致该天线带宽较小,容量有限,辐射能力差的情况。

[0009] 在一个具体的可实施方案中,所述导电栅格与对应的导体件之间的间隙宽度大于或等于所述高频信号的频率对应的真空波长的0.001倍且小于或等于所述高频信号的频率对应的真空波长的0.1倍,以确保导体件与对应的导电栅格边框之间距离不会太远,导体件上的感应电流和对应的导电栅格上的感应电流能够成对耦合且相互抵消。

[0010] 在一个具体的可实施方案中,所述导体件包括多个间隔设置的子导体件;且每相邻两个所述子导体件之间的间隙的宽度大于或等于所述高频信号的频率对应的真空波长的0.001倍且小于或等于所述高频信号的频率对应的真空波长的0.1倍,以在不改变导电栅格大小的情况下,提高频率选择单元的谐振频率,同时兼顾高频信号的频率和天线本身的低频信号的频率的大小。特别地,当每相邻两个所述子导体件之间的间隙的宽度大于或等于所述高频信号的频率对应的真空波长的0.0025倍且小于或等于所述高频信号的频率对应的真空波长的0.05倍时,频率选择单元的谐振频率提升较为明显。

[0011] 在具体实施时,所述辐射部还可以包括导体连接部;在至少部分所述子导体件中,每个所述子导体件的侧边的一部分通过导体连接部与导电栅格的边框电连接。这样,能够不改变导电栅格和其中子导体件其他参数的情况下,降低频率选择单元的谐振频率,为兼顾高频信号的频率和天线本身的低频信号的频率的大小提供另一种手段。其中,所述子导体件的侧边与所述导体连接部连接的部分的宽度范围为大于或等于所述高频信号的频率对应的真空波长的0.001倍且小于或等于所述高频信号的频率对应的真空波长的0.1倍,频率选择单元的谐振频率降低较为明显。

[0012] 在一个具体的可实施方案中,所述导电栅格的形状和对应的导体件的外轮廓的形状相匹配,以使所述导电栅格与对应的导体件之间的间隙宽度均匀,避免当导电栅格内边缘与导体件外边缘各处间隙宽度不均匀时,较窄间隙处对应的导电栅格上的感应电流较强,损耗较大的情况出现。

[0013] 在具体实施时,所述天线可为正负 $45^\circ$ 双极化偶极子天线。其中,每个所述导电栅格均为边数大于或等于3的正多边形,且该正多边形的每一个内角的度数为 $360^\circ$ 的约数,这样,方便排布出面形结构辐射部,并且能够使各个辐射部整体上关于水平轴、竖直轴、正 $45^\circ$ 极化轴和负 $45^\circ$ 极化轴均对称;例如,在每个辐射部中,每个导电栅格的形状均呈正方形,且位于每个辐射部中的一个或多个导电栅格排布成一个 $n$ 行 $*n$ 列的阵列,其中, $n$ 为大于或等于1的正整数。

[0014] 在一个具体的可实施方案中,所述天线还包括介质基板,所述导电栅格和所述导体件均为形成于所述介质基板表面的金属箔结构。在制作该天线的辐射部时可以通过在介质基板表面沉积金属箔,再对金属箔进行刻蚀来形成辐射部中导电栅格和其中的导体件等结构,还可以直接在介质基板的表面打印导电栅格和导体件等图案,这样,可以确保导电栅格和其中的导体件等各部件的自身尺寸精度和位置精度。其中的介质基板可以为电木板、玻璃纤维板或者塑胶板。

[0015] 第二方面,提供了一种天线阵列,改天线阵列包括至少一个第一天线和至少一个第二天线,其中,所述第一天线为第一方面的技术方案中所述的天线,所述第二天线的工作

频率为所述高频信号的频率,所述第一天线的工作频率低于所述第二天线的工作频率,且所述第一天线中的频率选择单元对所述第二天线的工作频率呈通带特性。在使用时,第二天线辐射出与上述高频信号同频率的信号,由于所述第一天线中的频率选择单元对第二天线的工作频率呈通带特性,当第二天线辐射出的信号穿过第一天线的辐射部时,第一天线的辐射部被第二天线辐射出的信号激励出的电流都是成对可抵消的耦合电流,有利于改善第二天线的增益稳定性和极化抑制比等方向图参数。

[0016] 在具体实施时,所述第一天线的辐射部与至少部分的所述第二天线的辐射部的最小距离可小于或等于所述第一天线的工作频段对应的真空波长的0.5倍。这样,既能保证第一天线和第二天线紧凑布置,又不容易引起第二天线的增益稳定性和极化抑制比等方向图参数恶化问题。

[0017] 第三方面,提供了一种通讯设备,该通讯设备包括第二方面的技术方案中所述的阵列。通过将第一天线的辐射部设置为在第二天线辐射出的信号穿过时能够激励出成对抵消的耦合电流的结构,这样,有利于改善第二天线的增益稳定性和极化抑制比等方向图参数。

[0018] 本申请在上述各方面提供的的设计的基础上,还可以进行进一步组合以提供更多设计。

#### 附图说明

[0019] 图1为现有技术中天线阵列的示意图。

[0020] 图2a为当图1中的高频天线的阵列中未设置低频天线时高频天线的正45°极化方向图;

[0021] 图2b为当图1中的高频天线的阵列中未设置低频天线时高频天线的负45°极化方向图;

[0022] 图3a为当图1中的高频天线的阵列中设置低频天线时高频天线的正45°极化方向图;

[0023] 图3b为当图1中的高频天线的阵列中设置低频天线时高频天线的负45°极化方向图;

[0024] 图4a为本申请实施例中的天线阵列一种示例性的示意图;

[0025] 图4b为图4a中的第一天线的俯视图的放大图;

[0026] 图4c为图4b中第一天线的一个辐射部a的示意图;

[0027] 图4d为图4a中的第一天线的辐射部的一种示例性的示意图;

[0028] 图5a为图4b中频率选择单元F1的频响特性图;

[0029] 图5b为图4a中第二天线辐射出的高频信号在图4b中第一天线的一个辐射部a中激励出的感应电流的分布示意图;

[0030] 图5c为图4a中第二天线辐射出的高频信号在图4b中第一天线的各辐射部中激励出的感应电流的分布示意图;

[0031] 图5d为图4a中的第二天线的正45°极化方向图;

[0032] 图5e为图4a中的第二天线的负45°极化方向图;

[0033] 图6a为本申请实施例提供的天线阵列中第一天线的另一种示例性的示意图;

- [0034] 图6b为本申请实施例提供的天线阵列中第一天线的另一种示例性的示意图；
- [0035] 图6c为本申请实施例提供的天线阵列中第一天线的另一种示例性的示意图；
- [0036] 图6d为图6c中的第一天线的频率选择单元F1的频响特性图；
- [0037] 图6e为本申请实施例提供的天线阵列中第一天线的另一种示例性的示意图；
- [0038] 图6f为图6e中的第一天线的频率选择单元F1的频响特性图；
- [0039] 图7a为本申请实施例提供的天线阵列中第一天线的另一种示例性的示意图；
- [0040] 图7b为图7a中第一天线的一个辐射部a的放大图；
- [0041] 图7c为本申请实施例提供的天线阵列中第一天线的另一种示例性的示意图；
- [0042] 图8为本申请实施例提供的天线阵列中第一天线的另一种示例性的示意图；
- [0043] 图9a为本申请实施例提供的天线阵列中第一天线的另一种示例性的示意图；
- [0044] 图9b为本申请实施例提供的天线阵列中第一天线的另一种示例性的示意图；
- [0045] 图10为本申请实施例提供的天线阵列中第一天线的另一种示例性的示意图。

### 具体实施方式

[0046] 为了使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本申请作进一步地详细描述。需要说明的是，下文中“耦接”一词均指“直接连接或者间接连接”。

[0047] 为了方便理解本申请实施例提供的天线阵列，下面说明一下其应用场景，本申请实施例提供的天线阵列应用于基站等通讯设备中，天线阵列包括位于同一个天线阵面上的高频天线和低频天线。在传统的共孔径天线阵列中，高频天线辐射出的电磁波会在低频天线的辐射部激励出高频的感应电流，而该高频的感应电流会与高频天线直接辐射出的电磁波综合作用，导致高频天线的增益稳定性和极化抑制比等方向图参数恶化。

[0048] 例如，图1表示出了现有技术中天线阵列的示意图，请参考图1，该天线阵列中包括分布于金属反射板10上的一个低频天线30和围绕该低频天线30分布的多个高频天线20，低频天线30和高频天线20共用一个天线阵面（即金属反射板10所在区域），形成共孔径天线阵列，其中，低频天线30和高频天线20均为正负45°双极化偶极子天线；低频天线30包括正45°极化天线和负45°极化天线，正45°极化天线包括两个对称设置的第一辐射体32a，负45°极化天线包括两个对称设置的第二辐射体32b，第一辐射体32a和第二辐射体32b均为正方形的金属环形结构，低频天线30还包括支撑第一辐射体32a和第二辐射体32b的支撑腿31，高频天线20辐射出的电磁波会在第一辐射体32a中激励出沿第一辐射体32a的环形结构流动的高频感应电流，并在第二辐射体32b中激励出沿第二辐射体32b的环形结构流动的高频感应电流，在第一辐射体32a和第二辐射体32b中流动的高频感应电流会激励出向自由空间辐射的高频电磁波，由于该高频电磁波与高频天线20本身直接辐射出的电磁波频率相同，该高频电磁波会与高频天线20本身直接辐射出的电磁波发生远场抵消或者叠加，导致高频天线20的方向图中的增益稳定性和极化抑制比等参数恶化。

[0049] 图2a表示出了当图1中的高频天线20的阵列中未设置低频天线30时的高频天线20的正45°极化方向图，图2b表示出了当图1中的高频天线20的阵列中未设置低频天线30时的高频天线20的负45°极化方向图，图3a表示出了当图1中的高频天线20的阵列中设置低频天线30时的高频天线20的正45°极化方向图，图3b表示出了当图1中的高频天线20的阵列中设置低频天线30时高频天线20的负45°极化方向图，在图2a、图2b、图3a和图3b中，纵坐标均表

示归一化增益,单位均为dB(分贝),横坐标均表示方位角Phi,单位均为“°”(即度,degree),实线部分均表示的主极化方向图,虚线部分均表示交叉极化方向图;请参考图2a和图3a,可知,在正45°极化方向中,图3a中的实线部分主瓣的顶部相对于图2a中的实线部分的主瓣的顶部出现了向下的凹陷,表明图1中在高频天线20的阵列中设置低频天线30后,高频天线20的增益稳定性恶化,并且,图3a中的虚线部分的平均值相对于图2a中的虚线部分的平均值具有较大的提高,表明图1中在高频天线20的阵列中设置低频天线30后,高频天线20的极化抑制比恶化;参考图2b和图3b,可知,在负45°的极化方向中,可以得到与在正45°的极化方向中相类似的结果。

[0050] 为了改善共孔径天线阵列中高频天线的极化抑制比和增益稳定性等方向性参数,本申请实施例提供了一种天线阵列。

[0051] 图4a表示出了本申请实施例中的天线阵列一种示例性的示意图,图4b表示出了图4a中的第一天线30的俯视图的放大图,请参考图4a和图4b,天线阵列包括反射板40(其材质可以是金、银、铜、铁和铝等金属材质,或者,不锈钢、铝合金和镍合金等合金材料)、分布于反射板40上的第一天线60,以及,多个分布(例如阵列分布)于反射板40上且位于第一天线60周围的第二天线50,其中,第一天线60的工作频率低于第二天线50的工作频率,其中,第二天线50示例性地为正负45°双极化偶极子天线,第一天线60也示例性地为正负45°双极化偶极子天线;第一天线60包括正45°极化天线和负45°极化天线,正45°极化天线和负45°极化天线均为偶极子天线。其中,正45°极化天线包括两个对称设置的辐射部a,每个辐射部a分别作为45°极化天线的的一个辐射部,每个辐射部a均包括一个频率选择单元F1,该频率选择单元F1示例性地包括一个正方形的介质基板64a,该介质基板64a可以为电木板、玻璃纤维板和塑胶板等常用来制作PCB(印刷电路板,Printed Circuit Board)的基板材料制成,沿介质基板64a的边缘设有正方形的导电栅格62a,导电栅格62a围成的区域内具有导体件63a,导体件63a示例性地为贴合在介质基板64a表面的正方形导电薄片结构,另外,导体件63a与对应的导电栅格62a的边框之间具有间隙,以使导体件63a与对应的导电栅格62a的边框之间电气耦合,且使频率选择单元F1具有良好的带通特性,导体件63a的每条侧边分别示例性地与导电栅格62a中与导体件63a的该侧边相对的侧边平行,在一些情况下,在两个辐射部a的导电栅格62a相互靠近彼此的角部处具有用来焊接馈电部的金属焊点65a,以便于将对应的馈电部焊接于金属焊点处,使该馈电部向导电栅格62a馈电,可以通过在介质基板64a表面沉积铜箔(或者银、铝、钢和锌等其他金属箔),再对铜箔进行刻蚀来形成金属焊点65a、导电栅格62a和其中的导体件63a,还可以直接在介质基板64a的表面打印导电栅格62a和导体件63a的图案,可以确保金属焊点65a、导电栅格62a和其中的导体件63a等各部件的尺寸精度和位置精度。

[0052] 图4c表示出了图4b中一个辐射部a的结构示意图,为了说明本申请实施例中“导电栅格的边框”中“边框”一词的具体所指,以辐射部a为例,请具体参考图4c,在图4c中,每个虚线框(如虚线框i、虚线框j、虚线框k和虚线框l)中的结构表示一个导电栅格62a的一个“侧边框”,各个“侧边框”合起来称为导电栅格62a的一侧“边框”。

[0053] 例如,图4d表示出了用来给导电栅格62a馈电的馈电部的一种示例性的示意图,上述用来给导电栅格62a馈电的馈电部示例性地采用如图4d所示的结构,在图4d中,通过在绝缘支撑板61a(可以作为支撑腿61的一部分用来支撑两个辐射部a,绝缘支撑板61a可采用电

木板、玻璃纤维板和塑胶板等) 相对的两侧面中, 一侧面设置并排设置的金属导线81和金属导线82(如铜线和铝线等), 另一侧面设置一根弯折的信号线, 该信号线包括三段, 即第一分段83、第二分段84和第三分段85, 其中, 金属导线81位于P方向上的一端焊接于一个辐射部a中的金属焊点65a处, 金属导线82位于P方向上的一端焊接于另一个辐射部a中的金属焊点65a处, 第一分段83在绝缘支撑板61a的一表面的正投影和金属导线81在绝缘支撑板61a的该表面的正投影重叠, 且第三分段85的长度可以根据辐射部a的工作频率进行调节, 例如, 第一分段83的长度约为辐射部a的工作频率对应波长的0.25倍, 第三分段85在绝缘支撑板61a的一表面的正投影和金属导线82在绝缘支撑板61a的该表面的正投影重叠, 第一分段83的P方向上的端部和第三分段85P方向上的端部通过第二分段84连接, 第一分段83远离第二分段84的端部与射频收发器等信号源耦接, 当信号源向第一分段83馈电时, 金属导线81和金属导线82中分别被激励出相同大小的感应电流, 两个辐射部a中导电栅格62a也就获得同样大小的馈入电流, 进而实现两个辐射部a中导电栅格62a之间的电流平衡; 上述金属导线81、金属导线82、信号线(第一分段83、第二分段84和第三分段85) 形成馈电巴伦实现了对正45°极化天线的两个辐射部a的平衡馈电。另外, 还可以采用同轴电缆为正45°极化天线的两个辐射部a馈电, 同轴电缆包括金属导电管和位于金属导电管汇总且与金属导电管同轴设置的导电芯, 导电芯与一个辐射部a的导电栅格62a连接并馈电, 金属导电管与另一个辐射部a的导电栅格62a连接并馈电; 另外, 以上辐射部均是通过自身的部分结构(如馈电巴伦的金属导线81和金属导线82, 或者, 同轴电缆的金属导电管和导电芯) 与导电栅格62a直接电连接馈电, 而还可以采用与导电栅格62a近场耦合馈电的形式对导电栅格62a进行馈电; 除此之外, 用来给辐射部a馈电的辐射部还可以是其它的形式, 在此不再赘述。

[0054] 示例性地, 图4a中的第一天线60的工作频率和第二天线50的工作频率比约为1:2, 频率选择单元F1中导电栅格62a的一个边长略小于第一天线60的工作频段对应的真空波长的0.25倍(例如, 频率选择单元F1中导电栅格62a的一个边长为第一天线60的工作频段对应的真空波长的0.20倍、0.22倍、0.23倍或者0.24倍)、且约等于第二天线50的工作频段对应的真空波长的0.50倍(例如, 频率选择单元F1中导电栅格62a的一个边长为第二天线50的工作频段对应的真空波长的0.4倍、0.45倍、0.50倍、0.55倍或者0.60倍)。

[0055] 另外, 负45°极化天线包括两个对称设置的辐射部b, 每个辐射部b均是负45°极化天线的的一个辐射部, 每个辐射部b均包括一个频率选择单元F2, 该频率单元F2中的结构(导电栅格62b、导体件63b、金属焊点65b和给导电栅格62b馈电的馈电部等) 可以参考频率选择单元F1中相应的结构(如导电栅格62a、导体件63a、金属焊点65a、和给导电栅格62a馈电的馈电部等) 设置, 且辐射部b采用与辐射部a类似的馈电巴伦进行馈电时, 则也具有与绝缘支撑板61a相对应的另一个用来对辐射部b进行支撑的绝缘支撑板, 用来对辐射部b进行支撑的绝缘支撑板可以与绝缘支撑板61a交叉设置作为第一天线60的支撑腿61; 此外, 两个介质基板64a和两个介质基板64b可以是一个一体式的介质基板结构, 有利于提高第一天线60的结构稳定性, 同时, 方便简化第一天线60的制作工艺, 即只需要在同一块介质基板上通过刻蚀铜箔或者印刷铜迹线即可一次形成辐射部a上的各金属部件(金属焊点65a、导电栅格62a和导体件63a等) 和辐射部b上的各金属部件(金属焊点65b、电栅格62b和导体件63b等), 并且有利于保证不同的辐射部上(如两个辐射部a, 两个辐射部b, 或者, 辐射部a和辐射部b) 上的金属部件之间的相对位置关系的精确性。

[0056] 一方面,图5a表示出了图4b中频率选择单元F1的频响特性图,请参考图5a,该频响特性图的纵轴表示损耗,单位为dB(即分贝),横轴表示频率(即Frequency),单位为GHz,其中,实线部分表示的是不同频率的电磁波在频率选择单元F1处的反射率,虚线部分表示的是不同频率的电磁波在图4b中频率选择单元F1处的透过率,由图5a可知,当频率为4.30GHz(仅仅是示例性地,且该值可以通过调整导电栅格62a和导体件63b的尺寸、形状,以及,两者之间的距离来进行调整)的高频信号到达图4b中辐射部a的时候,反射率最小,透过率最大;在图4a中,第二天线50会辐射出较高频率的电磁波,当第二天线50辐射出频率为4.30GHz的高频信号穿过频率选择单元F1时,该高频信号在频率选择单元F1处具有最好的透过率,或者说频率选择单元F1对该4.30GHz的高频信号具有最好的通带特性,也就是图4b中的第一天线60中的辐射部a对第二天线50的工作频率4.30GHz具有最好的通带特性,即第二天线50的工作频率4.30GHz是第一天线60的辐射部a中频率选择单元F1的最佳通带(也称为谐振频率);此时,第二天线50辐射出的高频信号能够较多的穿过辐射部a,能够减轻辐射部a对第二天线50辐射出的电磁波的遮挡效应。

[0057] 而另一方面,图5b表示出了图4a中第二天线50辐射出的高频信号在图4b中一个辐射部a上各部分激励出的感应电流分布情况,由图5b可以看出,第二天线50辐射出的高频信号在导电栅格62a的两个侧边框上激励出感应电流 $I_1$ ,并在另外两个侧边框上激励出感应电流 $I_2$ ,另外,第二天线50辐射出的高频信号还在导体件63a的两个边缘处(与导电栅格62a产生感应电流 $I_1$ 的两个侧边框位置相对)激励出感应电流 $I'_1$ ,在导体件63a的另两个边缘处(与导电栅格62a产生感应电流 $I_2$ 的两个侧边框位置相对)激励出感应电流 $I'_2$ ,感应电流 $I_1$ 和感应电流 $I'_1$ 方向相反而能够至少相互远场耦合抵消掉一部分(即感应电流 $I_1$ 和感应电流 $I'_1$ 可以远场相互抵消一部分,也可以完全相互抵消),此时称感应电流 $I_1$ 和感应电流 $I'_1$ 组成一对成对抵消的耦合电流,与感应电流 $I_1$ 和感应电流 $I'_1$ 类似地,感应电流 $I_2$ 和感应电流 $I'_2$ 组成一对成对抵消的耦合电流,最终,与图1所表示出的现有技术中高频天线20辐射出的电磁波会在环形的低频天线30的边框上激励出较大的感应电流,并最终导致高频天线20的极化抑制比和增益稳定性等方向图指标恶化的情况相比,图5b中辐射部a上由第二天线50激励出的感应电流( $I_1$ 和 $I_2$ )大幅减小甚至完全消失;图5c表示出了第二天线50辐射出的高频信号在图4b中正45°极化天线的两个辐射部a以及负45°极化天线的两个辐射部b上各部分激励出的感应电流分布情况,其中,较粗的箭头表示第二天线50辐射出的高频信号在导电栅格(如导电栅格62a和导电栅格62b)上激励出的感应电流分布情况,较细的箭头表示第二天线50辐射出的高频信号在导体件(导体件63a和导体件63b)上激励出的感应电流分布情况,基于与图5b关于辐射部a相类似的原理,在图5c中,每个导电栅格62a上被激励出的感应电流都会被其中导体件63a上被激励出的感应电流远场抵消掉至少一部分,每个导电栅格62b上被激励出的感应电流都会被其中导体件63b上被激励出的感应电流远场抵消掉至少一部分,因此,第一天线60会减少甚至完全避免向外辐射与第二天线50工作频率相同的电磁波,有利于改善第二天线50的方向图中增益稳定性和极化抑制比等参数性能,提升第二天线50的辐射性能;图5d表示出了图4a中的第二天线50的正45°极化方向图,图5e表示出了图4a中的第二天线50的负45°极化方向图,在图5d和图5e中,纵坐标均表示归一化增益,单位均为dB(分贝),横坐标均表示方位角Phi,单位均为“°”(即度,degree),实线部分均表示的主极化方向图,虚线部分均表示交叉极化方向图;与图3a相比,图5d中实线部分主瓣

顶部的凹陷变浅甚至消失,说明与图1中的高频天线20相比,图4a中的第一天线60在采用了图4b所示的结构后,其第二天线50的增益稳定性得到改善,并且图5d中的虚线部分平均值有较大幅度降低,说明与图1中的高频天线20相比,图4a中的第一天线60在采用了图4b所示的结构后,其第二天线50的极化抑制比得到改善,同时,与图3b相比,在图5e中能够得到与图类似的信息。

[0058] 另外,当第二天线50辐射出与频率选择单元F1的最佳通带4.30GHz较为接近的频率的电磁波时,频率选择单元F1也会对该频率的电磁波也具有一定的透过率,只是不如频率选择单元F1对最佳通带4.30GHz的高频信号透过率高,而此时,导电栅格62a的边框和对应的导体件63a上也会激励出成对抵消的耦合电流(类似于感应电流 $I_1$ 和感应电流 $I'_1$ ),本申请实施例中当提到第二天线50辐射出的高频信号时,该“高频信号”一词均是指由第二天线50辐射出的一定频段的电磁波,以辐射部a为例,该频段的电磁波能够在导电栅格62a的边框和对应的导体件63a上激励出成对抵消的耦合电流。

[0059] 以辐射部a为例,导体件63a的外侧边缘距离导电栅格62a的内侧边缘的距离(请参考图4b中的宽度W1)大于或等于第二天线50的工作频段(也就是第二天线50辐射出的高频信号对应的频段)对应的真空波长的0.001倍且小于或等于第二天线50的工作频段对应的真空波长的0.1倍,例如,宽度W1是第二天线50的工作频段对应的真空波长的0.001倍、0.003倍、0.005倍、0.01倍、0.02倍、0.03倍、0.04倍、0.05倍、0.08倍或者0.1倍,以确保导体件63a与对应的导电栅格62a边框之间距离不会太远,导体件63a上的感应电流和对应的导电栅格62a上的感应电流能够成对耦合且相互抵消。

[0060] 继续以辐射部a为例,在设置频率选择单元F1的导电栅格62a时,导电栅格62a的边框的宽度(导电栅格62a的宽度具体是指导电栅格62a的边框在介质基板64a的顶表面的正投影的外侧边缘至内侧边缘之间的距离,可参考图4b中宽度W2)不能过宽,宽度W2的值过大的话,导电栅格62a的边框距离其中导体件63a较远的边缘上也会被第二天线50辐射出的电磁波激励出感应电流,而该感应电流不容易甚至完全无法被导体件63a上的感应电流远场抵消,同时,宽度W2的值不宜过小,否则,导电栅格62a的边框仅能承受较小的电流(即第一天线60的馈电部不能向辐射部a馈入较大的电流)和较小的功率,导致辐射部a带宽较小,容量十分有限,辐射能力过差,并且导致导电栅格62a的强度过差而寿命变短;为了避免上述问题,示例性地,宽度W2大于或等于第二天线50的工作频段(也就是第二天线50辐射出的高频信号对应的频段)对应的真空波长的0.001倍且小于或等于第二天线50的工作频段对应的真空波长的0.1倍,例如,宽度W2为第二天线50的工作频段对应的真空波长的0.001倍、0.003倍、0.005倍、0.01倍、0.02倍、0.03倍、0.04倍、0.05倍、0.07倍、0.09倍和0.1倍等;除此之外,在图4b中可以看出,辐射部a的整个辐射面都被频率选择单元F1覆盖,而没有在频率选择单元F1的导电栅格62a的周边设置其他导电结构(例如可以在频率选择单元F1的周边设置绝缘结构或者什么都不设置),如果在导电栅格62a的周边设置导电结构(无论该导电结构是否与导电栅格62a电连接),第二天线50辐射出的高频信号都会在该导电结构上(如在导电结构远离导电栅格62a的边缘)激励出感应电流,并且该导电结构上被激励出的感应电流不容易甚至完全不能够被导体件63a中的感应电流远场抵消,第二天线50辐射出的高频信号在导电结构中激励出的感应电流仍然会向空中辐射出与第二天线50同频率的电磁波,导致第二天线50的方向图的增益稳定性和极化抑制比等方向图参数恶化。

[0061] 在图4b中,辐射部a中的导电栅格62a和辐射部b中的导电栅格62b均为正方形,图6a表示出了图4b所示的第一天线60的一种变形,如图6a所示,在一些情况下,可以在导电栅格62a中除了设置金属焊点65a的角部以外的其他三个角部设置切角结构(也可以仅对导电栅格62a中与设置金属焊点65a的角部位于同一对角线上的角部设置切角结构,还可以仅对导电栅格62a中与设置金属焊点65a的角部位于不同对角线上的两个角部设置切角结构,总之要确保辐射部a要关于正45°轴线和负45°轴对称),以在一些情况下优化第一天线60的方向图指标,使第一天线60具有较好的辐射性能,并且,导体件63a的四个角部均设置切角结构,其中,导体件63a靠近金属焊点65a的角部设置切角主要是为使导体件63a的边缘与金属焊点65a保持一定距离,而导体件63a其余三个角部设置切角结构是为了避免导体件63a的直角结构与导电栅格62a的切角结构距离过近,以上设置使得导电栅格62a内边缘与导体件63a外边缘各处间隙宽度均匀,避免当导电栅格62a内边缘与导体件63a外边缘各处间隙宽度不均匀时,较窄间隙处对应的导电栅格62a上的感应电流较强,损耗较大的情况出现。

[0062] 图6b表示出了图4b中所示的第一天线60的一种变形,图6b与图4b的区别在于,每个导体件63a分为了4个阵列分布的子导体件66a,且每相邻两个子导体件66a之间相互分离(一些情况下可以相互耦合),且每个导体件63b可具有与导体件63a相同的设置;以辐射部a为例,在一些情况下,为了使辐射部a辐射出满足要求的频率的电磁波,则导电栅格62a的边框总长度是固定不能改变的,当第二天线50的工作频率较高时,第二天线50不能与辐射部a进行良好的匹配,即导电栅格62a偏大,频率选择单元F1只能对较小频率的电磁波具有较好的透过率,而对第二天线50辐射出的较高频率的电磁波不具有较高的透过率,且导电栅格62a上的感应电流不能被较好的抵消,第二天线50的极化抑制比和增益稳定性等参数依然较差,而若通过减小导体件63a的尺寸(如边长)来使频率选择单元F1对第二天线50具有较好的适配性,则会导致导电栅格62a的边框与对应的导体件63a的边缘之间的缝隙宽度W1过大,导体件63a和导电栅格62a之间不能具有良好的电气耦合,而通过将每个导体件63a分割为多个子导体件66a,在保证导电栅格62a与子导体件66a之间的间隙宽度W1不至于过大的情况下,频率选择单元F1能够对由第二天线50辐射出的高频信号具有较好的透过率,且每个子导体件66a的边缘上的感应电流与导电栅格62a上的感应电流相互抵消,确保第二天线50的方向图的极化抑制比和增益稳定性等参数得到改善。

[0063] 需要说明的是,在图6b中,导体件63a分为了4个阵列分布的正方形子导体件66a,而实际上,导体件63可以分为多个(如2个、3个或者5个以上)子导体件66a,且多个子导体件66a可以任意排布,子导体件66a的形状也不限于是正方形,还可以是长方形、圆形、三角形或者其他图形。为了使相邻的子导体件66a之间能够电气耦合,每相邻两个子导体件66a之间的间隙宽度(参考图6b中的宽度W3)范围为大于或等于第二天线50的工作频段(第二天线50辐射出的高频信号对应的频段)对应的真空波长的0.001倍且小于或等于第二天线50的工作频段对应的真空波长的0.1倍,例如,宽度W3是第二天线50的工作频段对应的真空波长的0.001倍、0.0025倍、0.003倍、0.005倍、0.01倍、0.02倍、0.03倍、0.04倍、0.05倍、0.08倍或者0.1倍;更具体地,当每相邻两个子导体件66a之间的间隙宽度(参考图6b中的宽度W3)范围为大于或等于第二天线50的工作频段(第二天线50辐射出的高频信号对应的频段)对应的真空波长的0.0025倍且小于或等于第二天线50的工作频段对应的真空波长的0.05倍时,频率选择单元F1的谐振频率具有较为明显的提升。

[0064] 例如,图6c表示出了图4b所示的第一天线60的另一种示例性的变形,在图6c中,相当于沿图4b中的正方形整体式的导体件63a的两个对角线对导体件63a进行切割,得到4个等腰直角三角形(仅仅是示例性地)的子导体件66a,每相邻两个子导体件66a之间的缝隙满足上述宽度W3的要求(即大于或等于第二天线50的工作频段对应的真空波长的0.001倍且小于或等于第二天线50的工作频段对应的真空波长的0.1倍);图6d表示出了当采用图6c所示的第一天线60时其辐射部a中的频率选择单元F1的频响特性图,该频响特性图的纵轴表示损耗,单位为dB(即分贝),横轴表示频率(即Frequency),单位为GHz,通过图6d可以看出,相对于图5a,频率选择单元F1的谐振频率上升为约5.90GHz,即对图4b中的正方形导体件63a变形为图6c中的导体件63a形式后,第一天线60中频率选择单元F1的谐振频率上升了。

[0065] 再如,图6e表示出了图6c所示的第一天线60的一种示例性的变形,在图6e中,每个等腰直角三角形的子导体件66a的斜边均通过带状(仅是示例性地)的导体连接部67a(材质可以与子导体件66a一致,并在对铜箔图案化时一次成型)与导电栅格62a的边框中对应的侧边框电连接,且子导体件66a的侧边与导体连接部67a连接的部分的宽度(如图6e中的宽度W4)范围示例性地为大于或等于第二天线50的工作频段(即第二天线50辐射出的高频信号对应的频段)对应的真空波长的0.001倍且小于或等于第二天线50的工作频段对应的真空波长的0.1倍,如宽度W4是第二天线50的工作频段对应的真空波长的0.001倍、0.003倍、0.005倍、0.01倍、0.02倍、0.03倍、0.04倍、0.05倍、0.08倍或者0.1倍;图6f表示出了当采用图6e所示的第一天线60时其辐射部a中的频率选择单元F1的频响特性图,该频响特性图的纵轴表示损耗,单位为dB(即分贝),横轴表示频率(即Frequency),单位为GHz,如

[0066] 图6f所示,在图6c的基础上增加了导体连接部67a后,频率选择单元F1的谐振频率降低为3.50GHz,表明频率选择单元F1仍然具有带通特性,且图6e中频率选择单元F1的谐振频率相对于图6c中的频率选择单元F1的谐振频率降低了。类似地,辐射部b可以与辐射部a具有类似的形式(如图6e中,子导体件66b与子导体件66a结构相同,导体连接部67b与导体连接部67a结构相同)。

[0067] 由以上分析可知,可以通过图6c中将一个整体的导体件63a分割为多个子导体件66a的形式,增加频率选择单元F1的谐振频率,又可以通过将每个子导体件66a与导电栅格62a的边框电连接来调低频率选择单元F1的谐振频率,通过以上方式,可以在不改变导电栅格62a的大小的情况下,同时兼顾第一天线60和第二天线50的频率,即确保二者的频率比。

[0068] 此外,导体件63a除了可以是如图4b所示的实心结构,也可以在导体件63a内部挖孔;如导体件63a呈圆环形,但要确保该圆环形的导体件63a的环宽度不小于其外轮廓直径的0.25倍;如导体件63a呈方环形(外轮廓为正方形的环形结构),则要确保环宽度不小于其外轮廓边长的0.25倍,以保证频率选择单元F1的频率选择特性基本不变。

[0069] 在图4a和4b中,第一天线60的每个辐射部a均只包括一个频率选择单元F1,而当需要第一天线60的工作频率和第二天线50的工作频率相差较大时,每个辐射部a仅包括一个频率选择单元F1则无法满足第一天线60和第二天线50的频率比要求。为了满足第一天线60和第二天线50不同的频率比要求,每个辐射部a可以包括多个频率选择单元F1。

[0070] 在一个具体的实施例中,第一天线60的辐射部与至少部分的第二天线50的辐射部的最小距离小于或等于第一天线60的工作频段对应的真空波长的0.5倍(如0.05倍、0.1倍、0.2倍、0.3倍、0.4倍和0.5倍等),这样天线阵列具有更好的紧凑性,由于上述实施例中的第

一天线60和第二天线50组成天线阵列时,在保证天线阵列更为紧凑的情况下,第二天线50的极化抑制比和增益稳定性等参数不易恶化。

[0071] 图7a表示出了第一天线60中的每个辐射部包括4个频率选择单元时的一种示例性的示意图,如图7a所示,每个辐射部a包括4个频率选择单元F1(图7a中仅仅是对辐射部a中的一个频率选择单元F1进行了示例性地标注,应当理解的是同一个辐射部a中其余3个与被标注出的频率选择单元F1相类似的结构实际均为频率选择单元F1),4个频率选择单元F1排成一个2行\*2列的阵列,与图4b中类似的,每个频率选择单元F1包括一个正方形的导电栅格62a,每个导电栅格62a中具有一个与导电栅格62a电气耦合的正方形导体件63a,辐射部a中每相邻两个导电栅格62a之间电连接以形成网格结构,馈电部(如馈电巴伦)与金属焊点65a电连接,以向辐射部a角部的一个导电栅格62a馈电,以使导电栅格62a形成的网格结构的外边框(以图7a中的一个辐射部a为例,请参考图7b,在图7b中斜线阴影部分即为网格结构的外边框”,由于该“外边框”是由每个导电栅格62a的“边框”露在外面而没有被其他导电栅格62a遮挡的部分组成的,因此,该“外边框”也称为“多个频率选择单元F1内导电栅格62a的外侧边”)作为第一天线60的辐射部的至少一部分,其中,靠近金属焊点65a的频率选择单元F1中的导体件63a具有一个切角结构以避免金属焊点65a,图7a中每个频率选择单元F1的具体参数可以参考图4b中频率选择单元F1的对应参数要求;需要说明的是在正负45°双极化偶极子天线中,馈电部向由导电栅格62a组成的网格结构的外边框馈电,而不是向两个相邻导电栅格62a的共用侧边框馈电,有利于将各辐射部a和辐射部b的馈电点集中于一个较小的范围内,具体可参考图7a中金属焊点65a和金属焊点65b的设置,方便集中布置馈电巴伦等馈电部,且第一天线60可以具有较好的极化抑制比。由图7a可以看出,与图4b相比,在辐射部a中,第一天线60的辐射部尺寸(如边长)比一个频率选择单元F1的尺寸(如边长)明显增加,此时,第一天线60的工作频率和第二天线50的工作频率比约为1:4,每个频率选择单元F1的导电栅格62a的一个侧边框的长度约为第一天线60工作频段对应的真空波长的0.125倍(如0.115倍、0.120倍、0.125倍或0.130倍),且约为第二天线50工作频段(即第二天线50辐射出的高频信号对应的频段)对应的真空波长的0.5倍(例如,频率选择单元F1中导电栅格62a的一个边长为第二天线50的工作频段对应的真空波长的0.4倍、0.45倍、0.50倍、0.55倍或者0.60倍)。当图4a中的第一天线60采用图7a中所示的第一天线60时,第二天线50的增益稳定性和极化抑制比等方向图参数也都能得到较大改善。另外,图7b表示出了图7a所示的第一天线60的一种变形,与图7a相比,在图7c中,一个辐射部a中,4个导电栅格62a中除靠近金属焊点65a外的三个导电栅格62a均具有切角结构(也可以仅在与设有金属焊点65a的导电栅格位于网格结构的同一对角线上的导电栅格62a设置切角结构,还可以仅在与设有金属焊点65a的导电栅格62a位于网格结构不同对角线上的导电栅格62a设置切角结构,并且这些切角结构都是位于整个网格结构的角部,只要在设置切角结构后辐射部a仍然关于正45°极化轴线对称即可),以使第一天线60在一些情况下具有较好的方向图指标,提高第一天线60的辐射性能;相应地,这3个导电栅格62a中的导体件63a均具有切角结构,且导体件63a的切角结构与导电栅格62a的切角结构对应设置,以确保导电栅格62a和对应的导体件63a之间间隙宽度均匀。另外,与图6b中的每个频率选择单元F1类似地,图7a中的每个辐射单元a中,每个频率选择单元F1所包含的导体件63a可以包括多个间隔设置的子导体件,具体可以参考图6b中频率选择单元F1的设置方式,也可以将至少部分子导体件与导

电栅格62a的边框电连接,具体可以参考图6e中频率选择单元F1的设置方式;但同时,为了确保第二天线50具有良好的极化抑制比,要确保各辐射单元a和各辐射部b整体上关于正45°轴、负45°轴、水平轴和竖直轴均对称。

[0072] 此外,图8表示出了图7a所示的第一天线60的一种变形,示例性地,图8中的第一天线60的工作频率和第二天线50的工作频率比约为1:6,每个辐射部a包括9个频率选择单元F1,9个频率选择单元F1排布成一个3行\*3列的阵列,频率选择单元F1中导电栅格62a的一个边长略小于第一天线60的工作频段对应的真空波长的0.083倍(例如,频率选择单元F1中导电栅格62a的一个边长为第一天线60的工作频段对应的真空波长的0.070倍、0.075倍、0.080倍或者0.083倍)、且约等于第二天线50的工作频段(即第二天线50辐射出的高频信号对应的频段)对应的真空波长的0.50倍(例如,频率选择单元F1中导电栅格62a的一个边长为第二天线50的工作频段对应的真空波长的0.4倍、0.45倍、0.50倍、0.55倍或者0.60倍)。

[0073] 依次类推,每个辐射部a中的一个或多个频率选择单元F1排布成一个n行\*n列的阵列,其中,n为大于等于1的正整数。

[0074] 以上所介绍的第一天线的辐射部a中的频率选择单元F1均是阵列分布,这仅仅是部分示例性的具体实施方式,除此之外,多个频率选择单元F1也可以非阵列排布,以满足第一天线60在一些情况下需要的方向图指标要求。图9a表示出了图7a所示第一天线60的一种变形,在图9a中,以图9a中左上侧的辐射部a为例,其中,X方向为各频率选择单元F1的列排布方向(即行方向),Y方向为各频率选择单元F1的行排布方向(即列方向),一个辐射部a包括6个频率选择单元F1,这6个频率选择单元F1所包含的6个导电栅格62a形成网格结构,其中,4个频率选择单元F1排布成一个2行\*2列的阵列,这4个频率选择单元分别包含的导电栅格62a电连接形成第一导电栅格组,第1行1列的导电栅格62a中设置金属焊点65a,一个频率选择单元F1设置于第2行第2列的频率选择单元F1的X方向上一侧,形成第二导电栅格组,另一个频率选择单元F1设置于第2行第2列的频率选择单元F1的Y方向上一侧,形成第三导电栅格组,其中,每相邻两个导电栅格62a电连接。图9b表示出了图9a所示第一天线60的一种变形,以图9b中左上侧的辐射部a为例,一个辐射部a包括13个频率选择单元F1,这13个频率选择单元F1所包含的13个导电栅格62a形成网格结构,其中,9个频率选择单元F1排布成一个3行\*3列的阵列,这9个频率选择单元F1分别包含的导电栅格62a电连接形成第一导电栅格组,第1行1列的导电栅格62a中设置金属焊点65a;另外有两个频率选择单元F1依次设置于第3列第2行和第3行的频率选择单元F1的X方向上一侧,这两个频率选择单元F1包含的导电栅格62a形成第二导电栅格组;最后两个频率选择单元F1依次设置于第3行第2列和第3列的频率选择单元F1的Y方向上一侧,这两个频率选择单元F1包含的两个导电栅格62a形成第三导电栅格组,其中,每相邻两个导电栅格62a电连接。以此类推,可以得出:网格结构包括第一导电栅格组、第二导电栅格组和第三导电栅格组;其中,第一导电栅格组包括多个导电栅格62a,多个导电栅格62a排布成一个n行\*n列的阵列,金属焊点65a与第一导电栅格组的第1行第1列的导电栅格62a耦接;第二导电栅格组包括设置于第一导电栅格组第n列导电栅格62a背离第n-1列导电栅格62a的一侧、且与第一导电栅格组的第n列的第2行至第n行的导电栅格62a一一相对设置的n-1个导电栅格;第三导电栅格组包括设置于第一导电栅格组第n行导电栅格62a背离第n-1行栅格的一侧、且与第一导电栅格组的第n行的第2列至第n列的

导电栅格62a一一相对设置的 $n-1$ 个导电栅格62a,每相邻的两个导电栅格62a电连接,其中, $n$ 为大于等于2的正整数。以上频率选择单元F1的排列方式可以在一些情况下优化第一天线60的方向图指标。

[0075] 作为第一天线60的另一种实施方式,图10表示出了第一天线60的另一种示意图,如图10所示,与图7a相比,辐射部a所包括的频率选择单元F1的排布方式改为直线排布,在图10中,一个辐射部a包括多个(图10中仅仅是示例性的为3个)呈直线分布的频率选择单元F1,每个频率选择单元F1均包括导电栅格62a和位于导电栅格62a中的导体件63a,每相邻两个导电栅格62a电连接,且图10中,频率选择单元F1中的导电栅格62a和导体件63a均不再是正方形,而是正八边形,导电栅格62a的几何中心与其中的导体件63a的几何中心重合,且导电栅格62a的侧边与其中的导体件63a的侧边一一对应平行,以使导电栅格62a和其中的导体件63a之间的间隙宽度均匀;示例性地,图10中的第一天线60的工作频率和第二天线50的工作频率比约为1:6.25,频率选择单元F1中导电栅格62a的一个边长略小于第一天线60的工作频段对应的真空波长的0.080倍(例如,频率选择单元F1中导电栅格62a的一个边长为第一天线60的工作频段对应的真空波长的0.075倍、0.078倍、0.080倍或者0.082倍)、且约等于第二天线50的工作频段对应的真空波长的0.50倍(例如,频率选择单元F1中导电栅格62a的一个边长为第二天线50的工作频段对应的真空波长的0.40倍、0.45倍、0.50倍、0.55倍或者0.60倍)。

[0076] 需要说明的是,在图4b中与图10类似的,导电栅格62a的形状和位于该导电栅格62a中的导体件63a的外轮廓(导体件63a的“外轮廓”系指导体件63a在介质基板64a的顶表面上的正投影的外侧边缘,如图4c中导体件63a周边较粗的黑线所表示的就是导体件63a的外轮廓)形状相同,即在图4b中导电栅格62a和其中的导体件63a的外轮廓均呈正方形,且导电栅格62a的几何中心和其中的导体件63a的几何中心重合,且导电栅格62a的每一条侧边与导体件63a的边缘一一对应平行,这样的设置方式能够使导电栅格62a和导体件63a之间的间隙宽度均匀,避免出现某处电流过大的情况;类似地,也允许导电栅格62a和导体件63a具有弧段,如导电栅格62a呈圆形,而导体件63a也呈圆形,且两者的圆心重合,也能保证导电栅格62a和导体件63a之间间隙宽度均匀;以上该导电栅格62a中的导体件63a的外轮廓形状相同,且导电栅格62a的侧边和导体件63a对应的边缘相对设置,且导电栅格62a和其中的导体件63a几何中心相重合的形式称为导电栅格62a的形状和导体件63a的形状相匹配,以使导电栅格62a和导体件63a之间间隙宽度均匀。

[0077] 此外,在图4b、图7a、图8、图9a和图9b中每个导电栅格(如导电栅格62a和导电栅格62b)均呈正方形,这样方便排布出面形结构辐射部,并且能够使各个辐射部(辐射部a和辐射部b)整体上关于水平轴、竖直轴、正45度极化轴和负45度极化轴均对称,以满足正负45度双极化偶极子的要求,而导电栅格62a是正方形外,如正三角形和正六边形也可以满足上述要求,即导电栅格62a呈正多边形,且其内角的度数为360度的约数(如正三角形的每一个内角的度数均为60度,而该内角度数60度是360度的约数,6个正三角形的内角拼接在一起能够拼出一个360度的圆周角;正六边形的每个内角是120度,而该内角度数120度是360度的约数,3个正六边形的内角拼接在一起能够拼接出一个360度的圆周角),就能够使各导电栅格62a之间无缝拼接出一个整体面型结构(相对于图10中导电栅格62a沿直线方向排布而言),并且能够满足正负45度双极化偶极子的要求。

[0078] 以上各频率选择单元F1中,导电栅格62a和导体件63a的形状都仅仅是示例性的,例如,导电栅格62a和导体件63a还均可以是菱形、长方形、三角形或者其他图形等,并且,馈电部只要与导电栅格62a(当辐射部a仅包括一个导电栅格62a的时候)或者由导电栅格62a相互电连接组成的网格结构(当辐射部a包括多个导电栅格62a的时候)的外边框耦接即可。

[0079] 并且,以上各实施例中第一天线60的辐射部b均与辐射部a具有相类似的设置,但应当注意的是辐射部b也可以是与辐射部a不同的设置,只要两个辐射部a和两个辐射部b整体上关于水平轴、竖直轴、正45°极化轴和负45°极化轴均对称即可。

[0080] 而第一天线60和第二天线50除了均是正负45°双极化偶极子天线外还可以是其他形式的天线,例如第一天线60和第二天线50为单极子天线、偶极子天线、垂直水平双极化天线或者其他类型天线,并且第一天线60和第二天线50不一定为同一种类型的天线,只要第一天线60具有如前述辐射部a的结构即可,并且当第一天线60为单极子天线和偶极子天线等非双极化天线时,如果第一天线60的辐射部包括多个频率选择单元,这些频率选择单元所包括的导电栅格之间相互电连接也形成类似于图7a中所示的由导电栅格62a组成的网格结构时,允许馈电部与两个导电栅格共用的侧边框耦接馈电。

[0081] 并且,以上均是只描述了第一天线60仅为1个而第二天线50为多个的情况,实际上,第一天线60可以为多个,而第二天线50为1个,或者,第一天线60和第二天线50均为多个。

[0082] 此外,第一天线60中还可以具有除了频率选择单元之外的,当第二天线50辐射出的高频信号穿过时能够产生成对抵消耦合电流的结构,而不会降低第一天线60的极化抑制比和增益稳定性等方向图参数,在此不再赘述。

[0083] 如图4a至图10所示,本申请实施例还披露了一种天线,该天线具有上述天线阵列中第一天线60的结构;该天线通过与适当的更高频率的天线(如上述实施例中第二天线50)配合,第一天线60中的频率选择单元(如频率选择单元F1)对第二天线50的工作频率呈通带特性,以增强对第二天线50辐射出的高频信号的透过能力;并且,由于第一天线60的辐射部(如辐射部a)的导电栅格(如导电栅格62a)被第二天线50辐射出的电磁波激励出的感应电流和对应的导体件(如导体件63a)被第二天线50辐射出的电磁波激励出的感应电流能够至少相互抵消一部分,所以,第一天线60会减少甚至完全消除向外辐射与第二天线50相同频率的电磁波,最终优化第二天线50的极化抑制比和增益稳定性等方向图参数。

[0084] 本申请实施例还披露了一种通讯设备,该通讯设备包括上述的天线阵列,通讯设备可以是基站、雷达或者其他设备。其中的天线阵列包括至少一个前面各实施例所述的第一天线60和至少一个前面实施例中的第二天线50,且第一天线60中的频率选择单元(如频率选择单元F1)对第二天线50的工作频率呈通带特性,以增强对第二天线50辐射电磁波的透过能力;并且,由于第一天线60的辐射部(如辐射部a)的导电栅格(如导电栅格62a)被第二天线50辐射出的电磁波激励出的感应电流和对应的导体件(如导体件63a)被第二天线50辐射出的电磁波激励出的感应电流能够至少相互抵消一部分,所以,第一天线60会减少甚至完全消除向外辐射与第二天线50相同频率的电磁波,最终优化第二天线50的极化抑制比和增益稳定性等方向图参数。

[0085] 以上,仅为本申请的具体实施方式,但本申请的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在

本申请的保护范围之内。因此,本申请的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

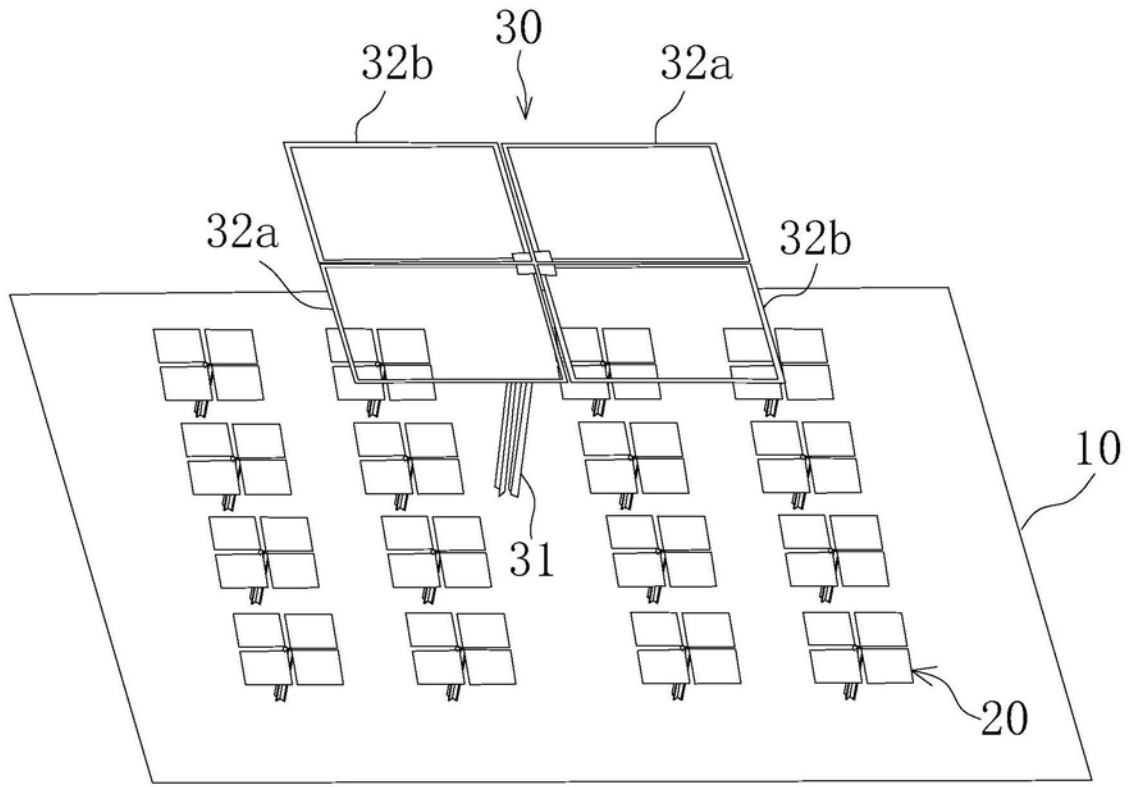


图1

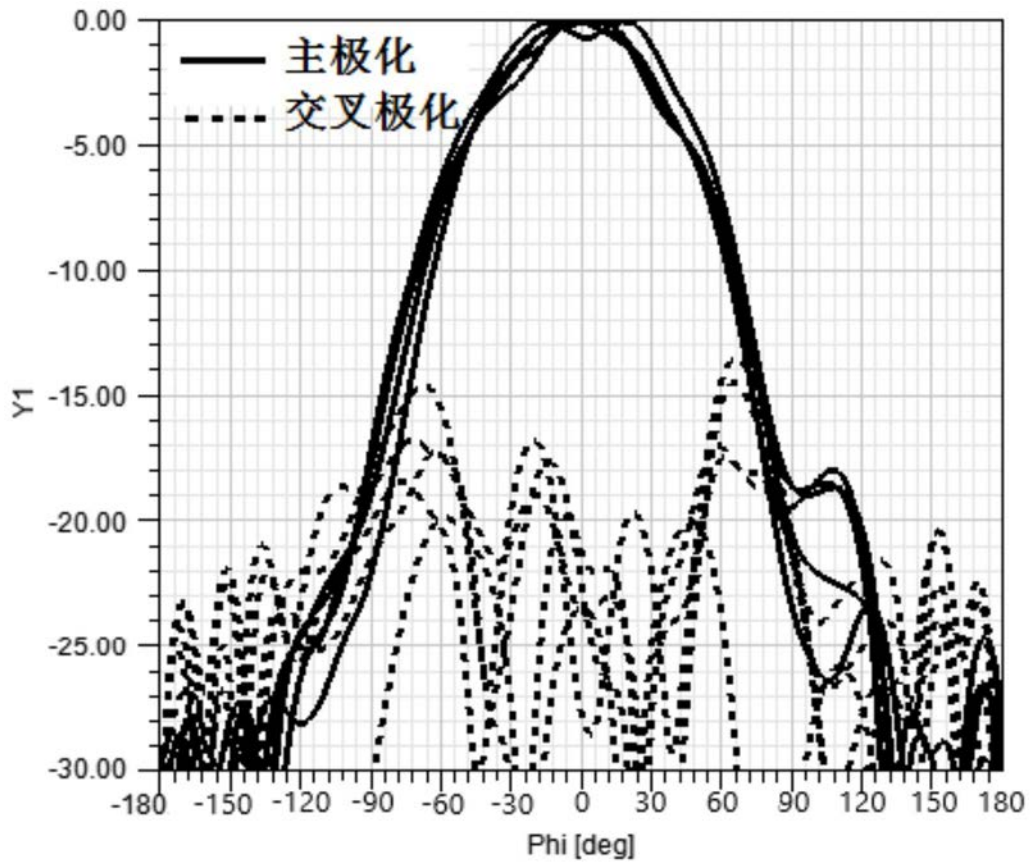


图2a

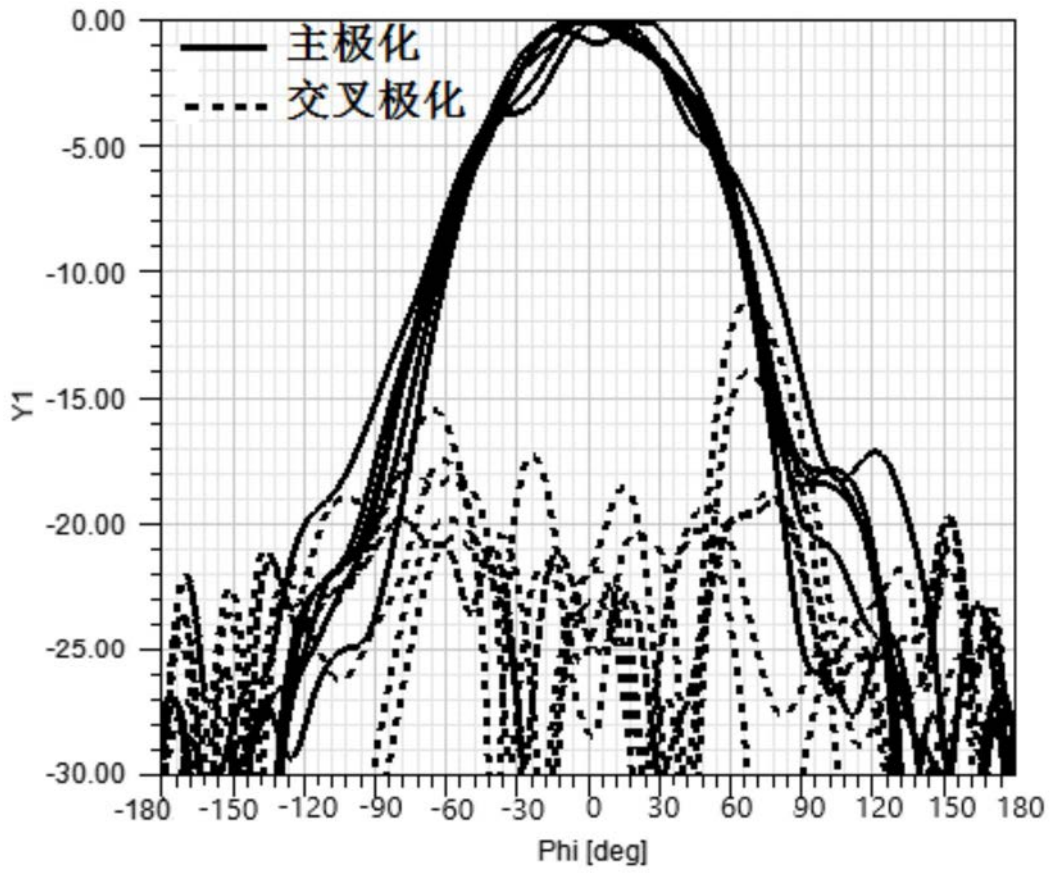


图2b

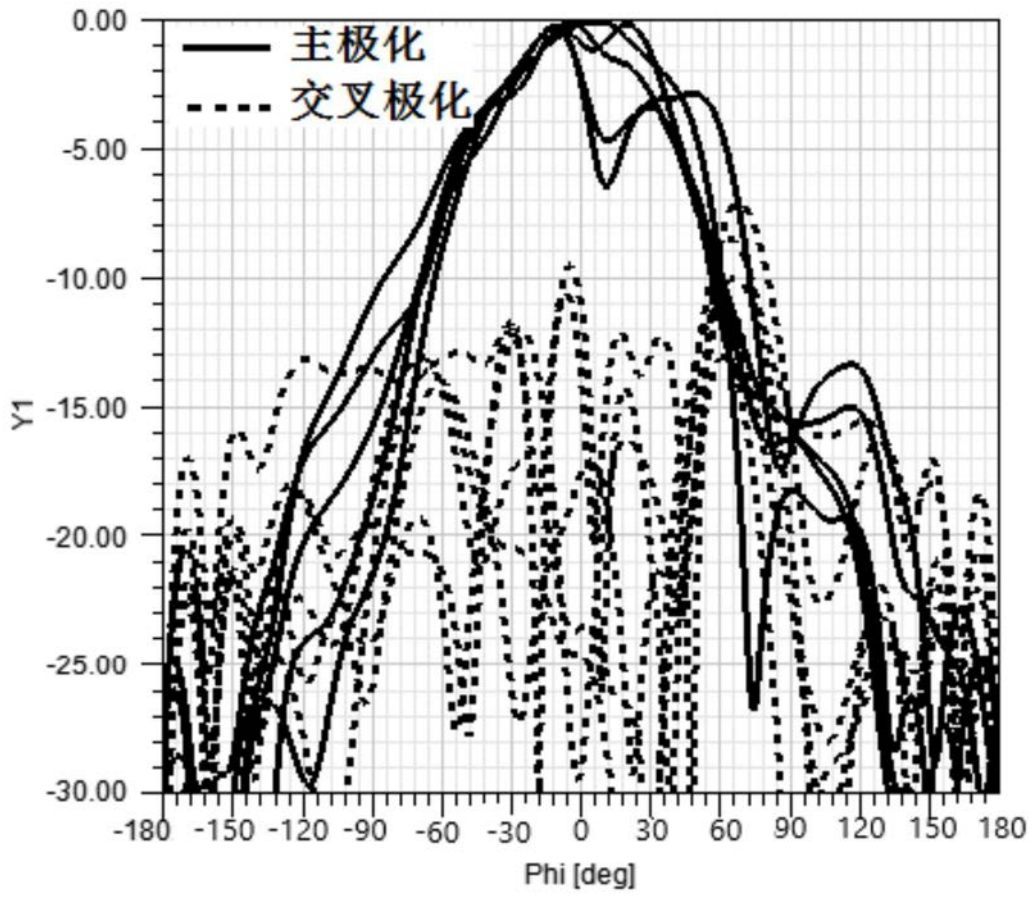


图3a

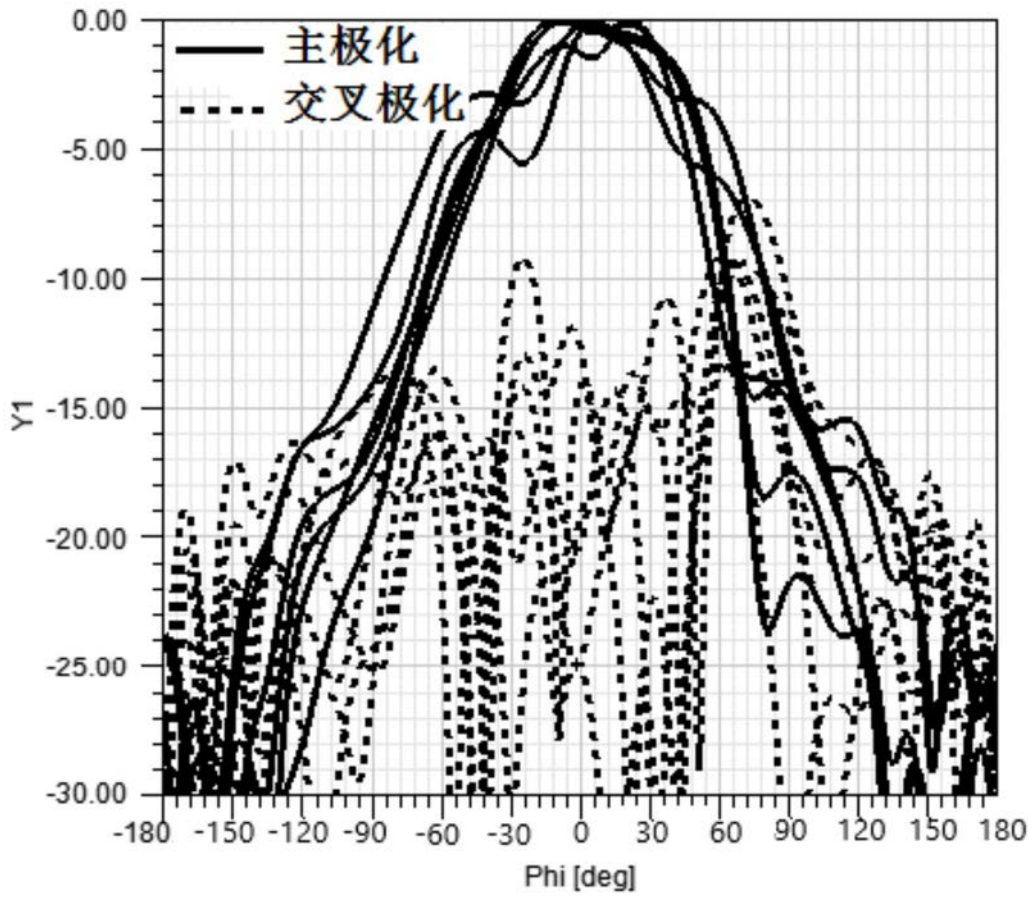


图3b

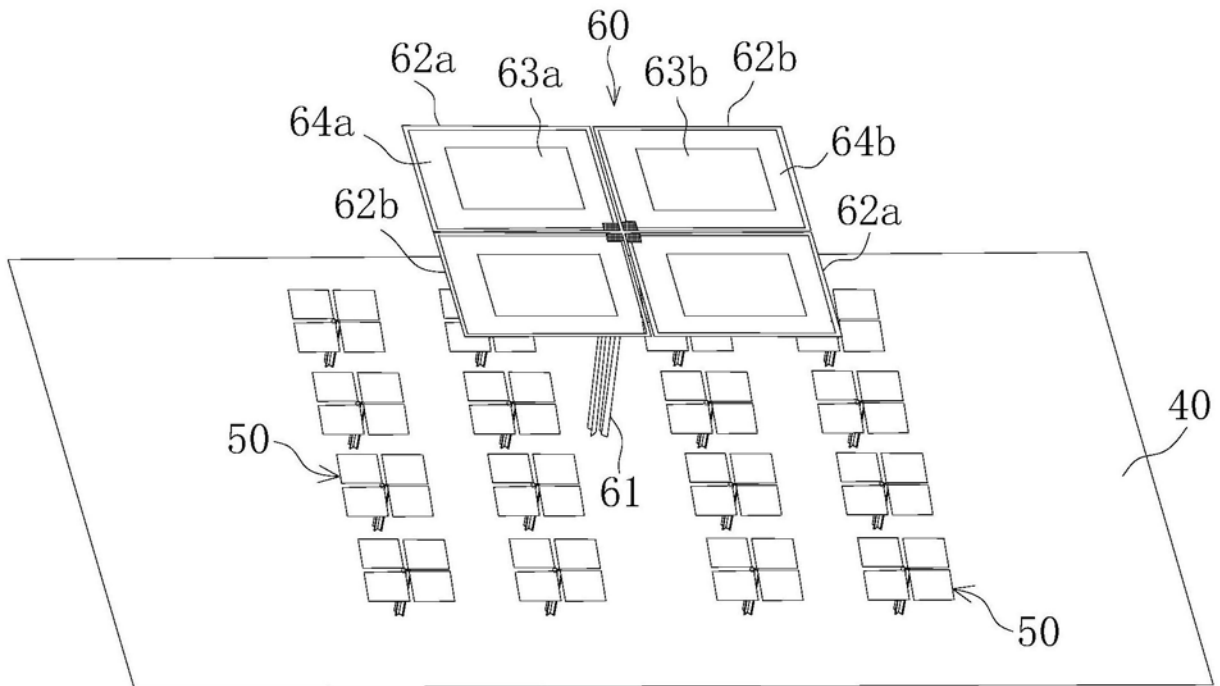


图4a

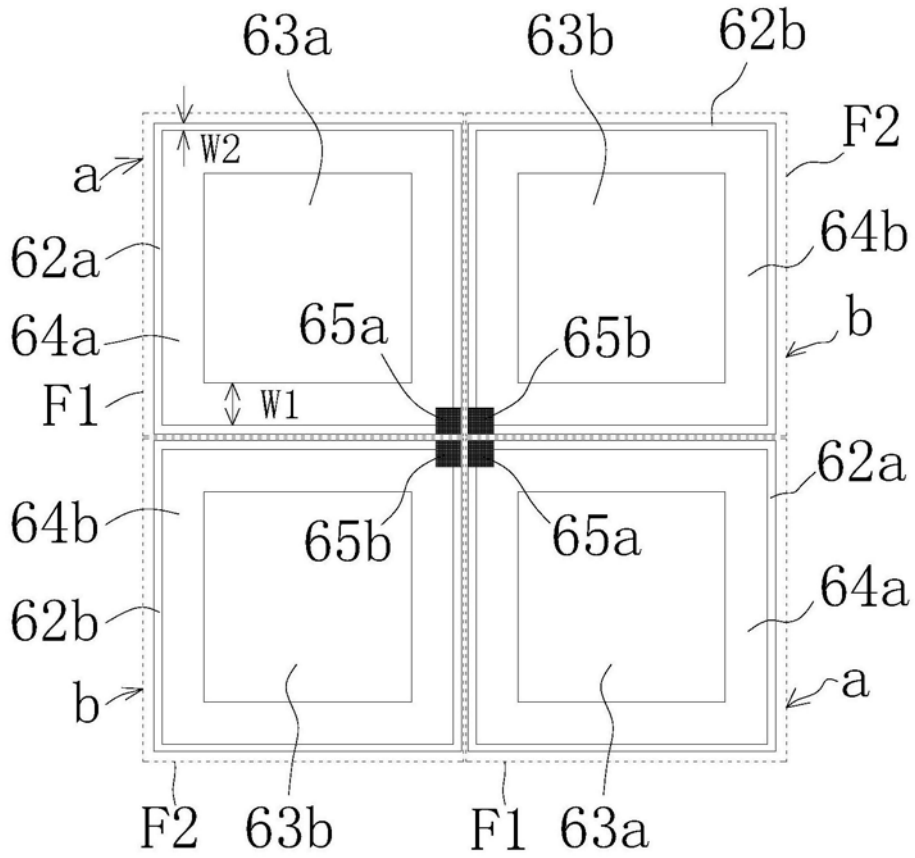


图4b

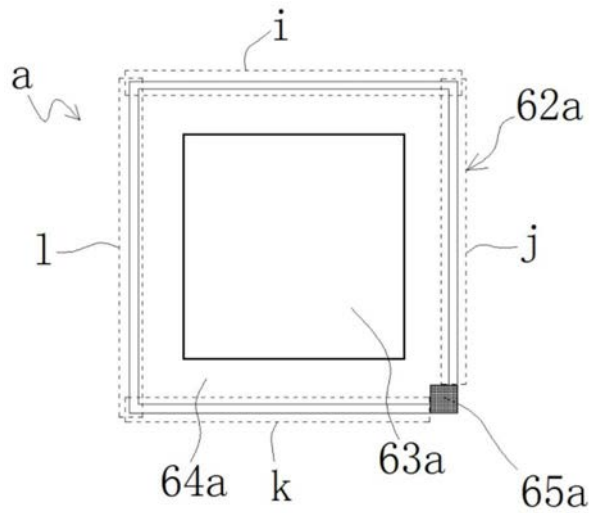


图4c

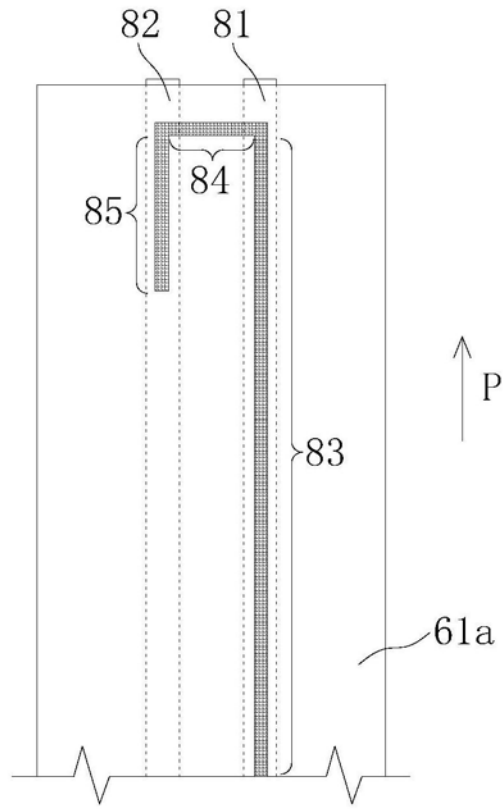


图4d

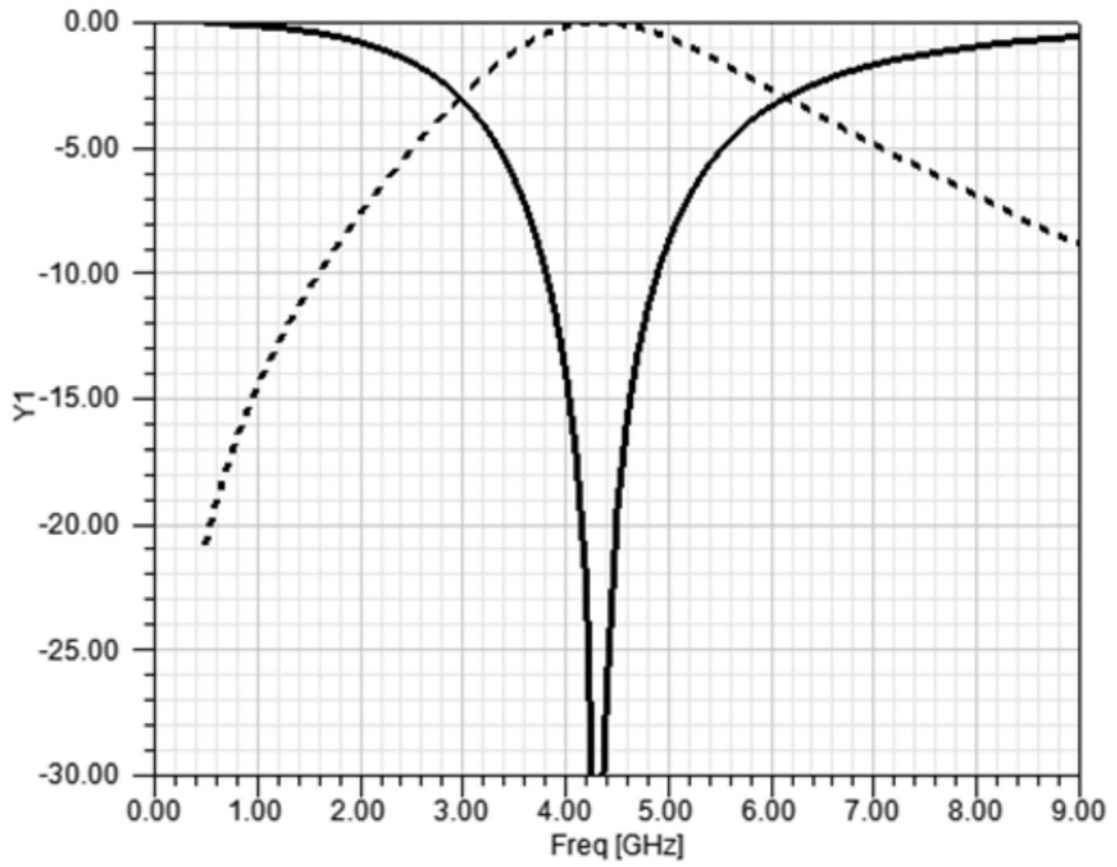


图5a

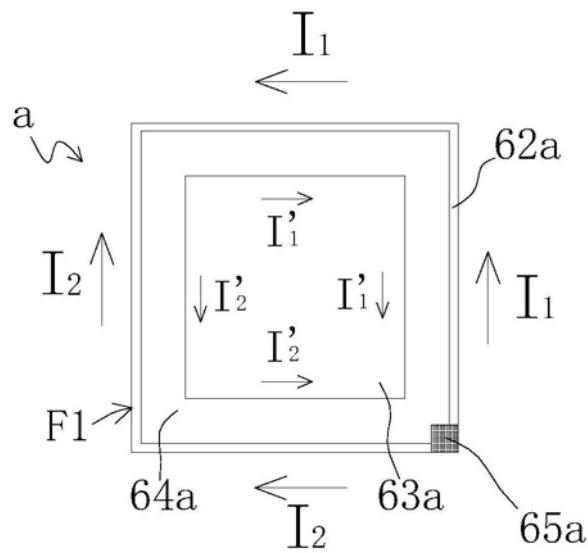


图5b

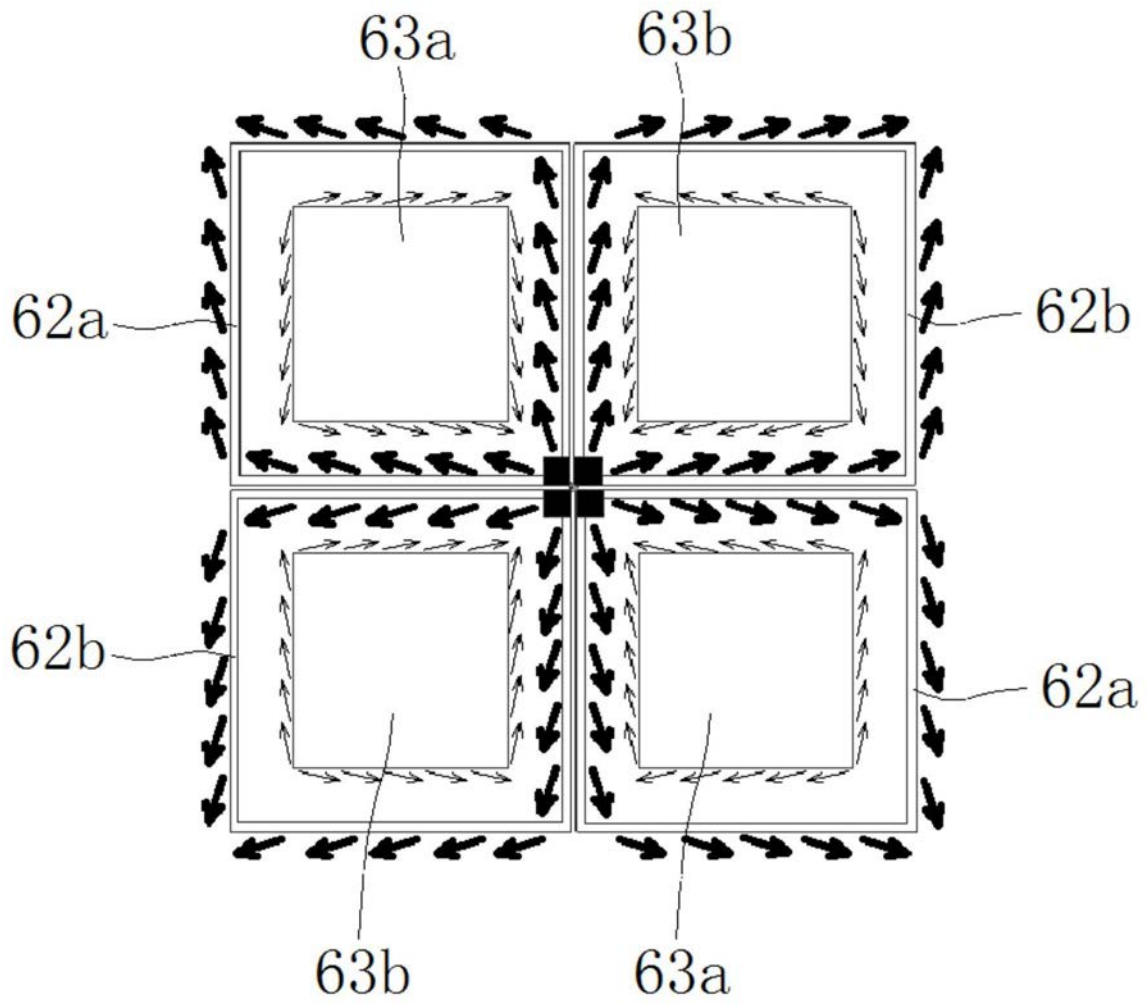


图5c

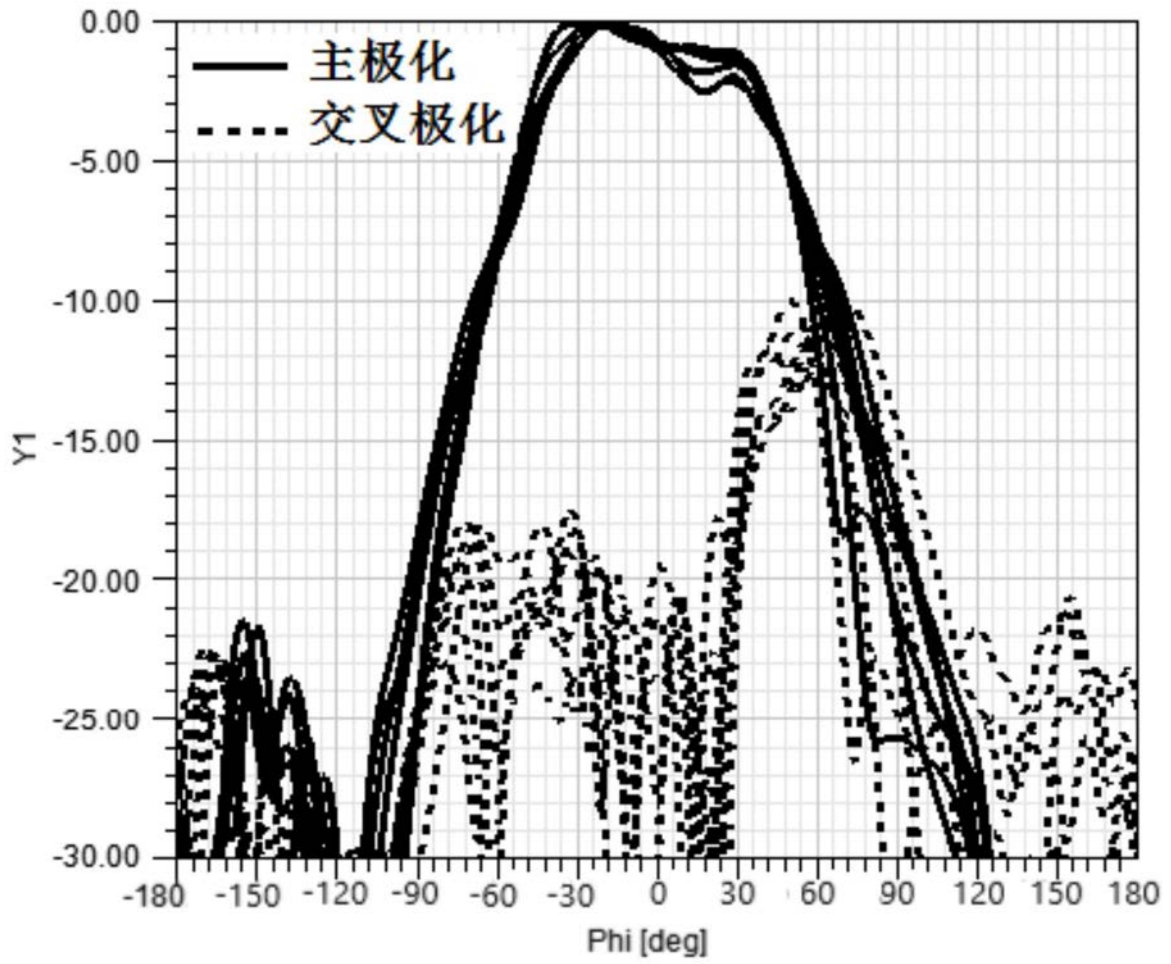


图5d

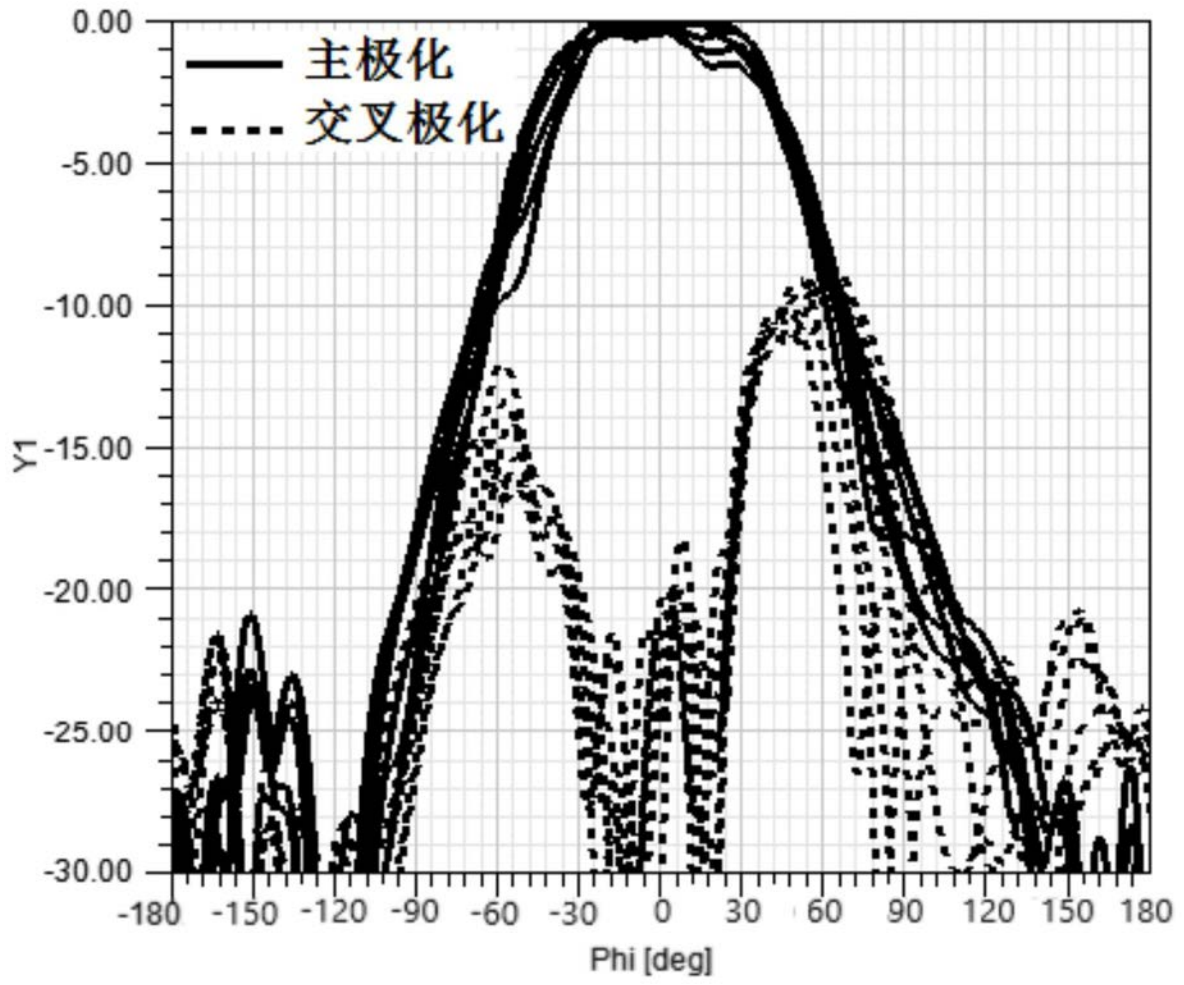


图5e

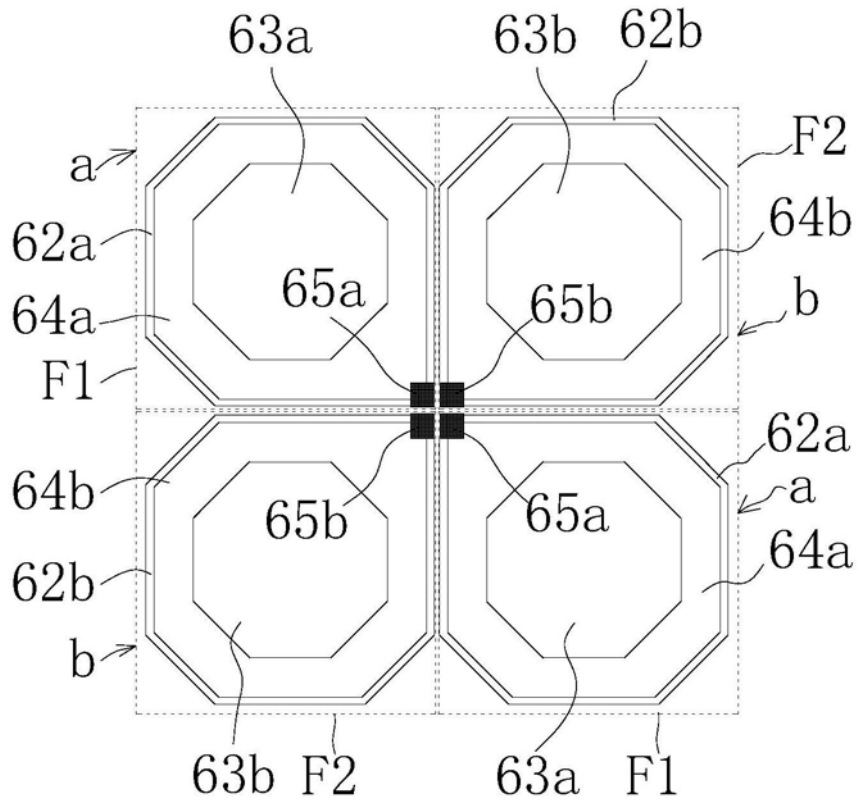


图6a

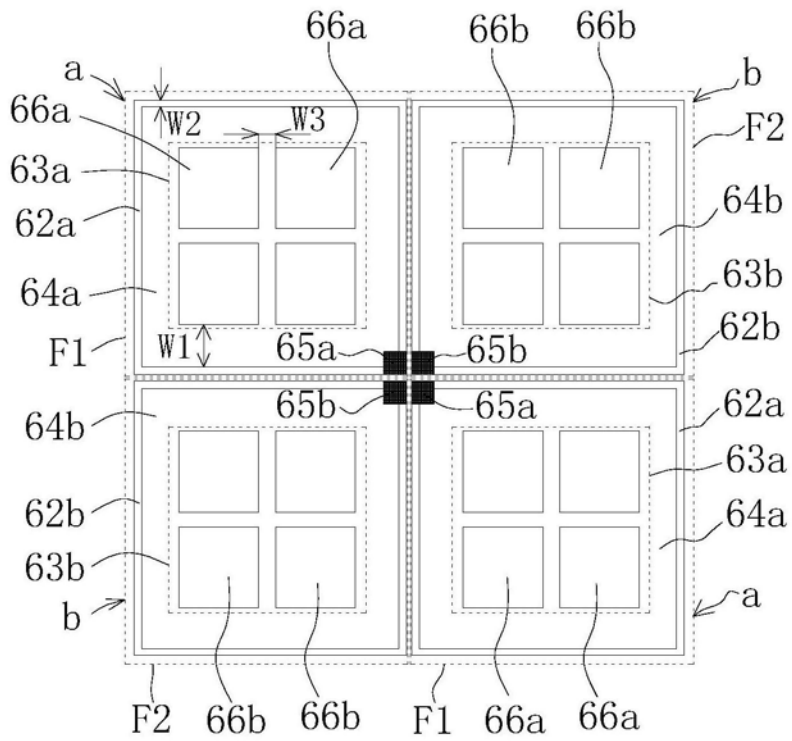


图6b

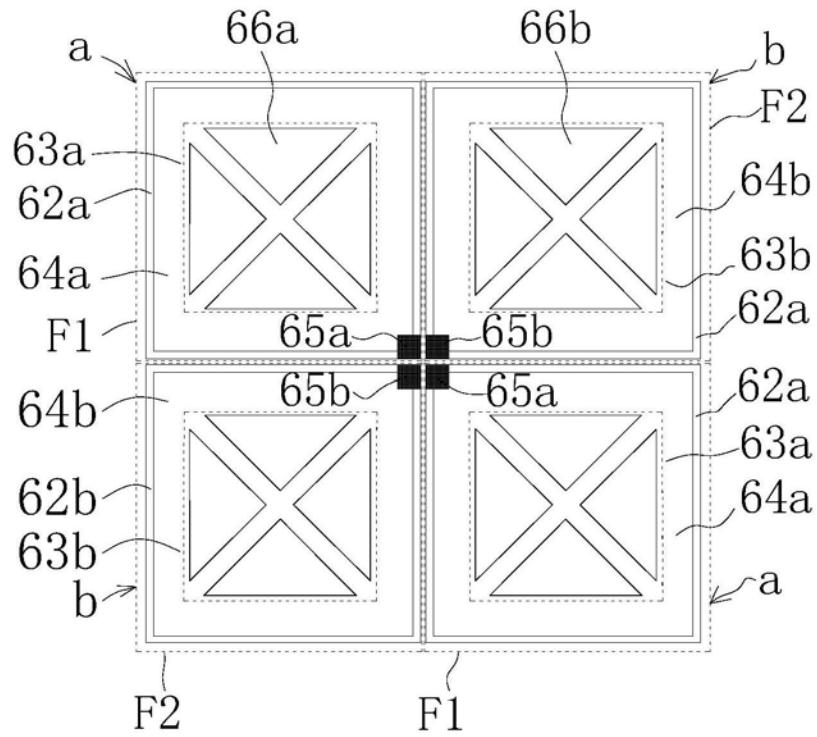


图6c

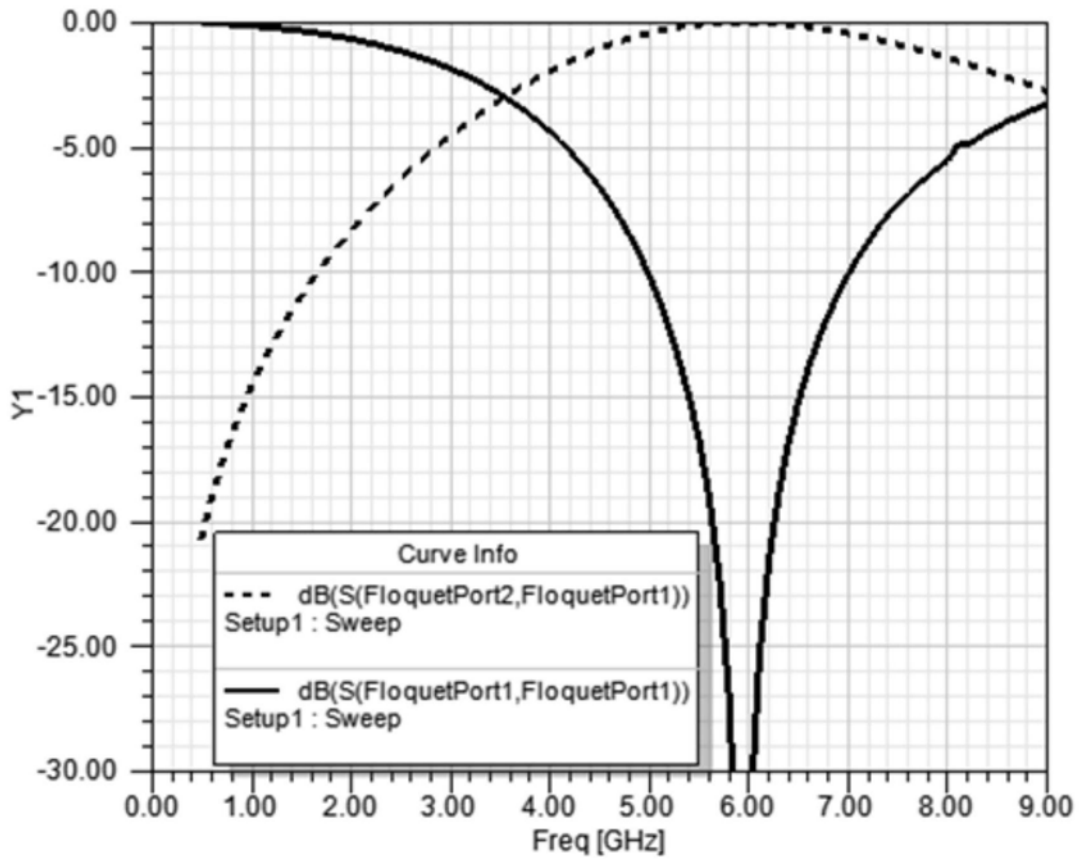


图6d

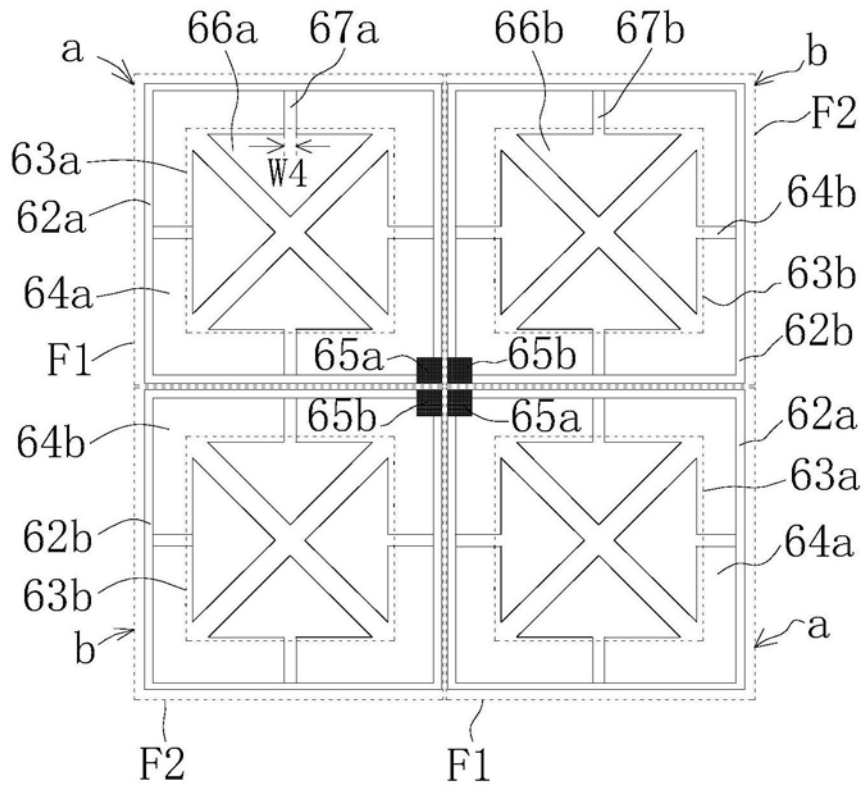


图6e

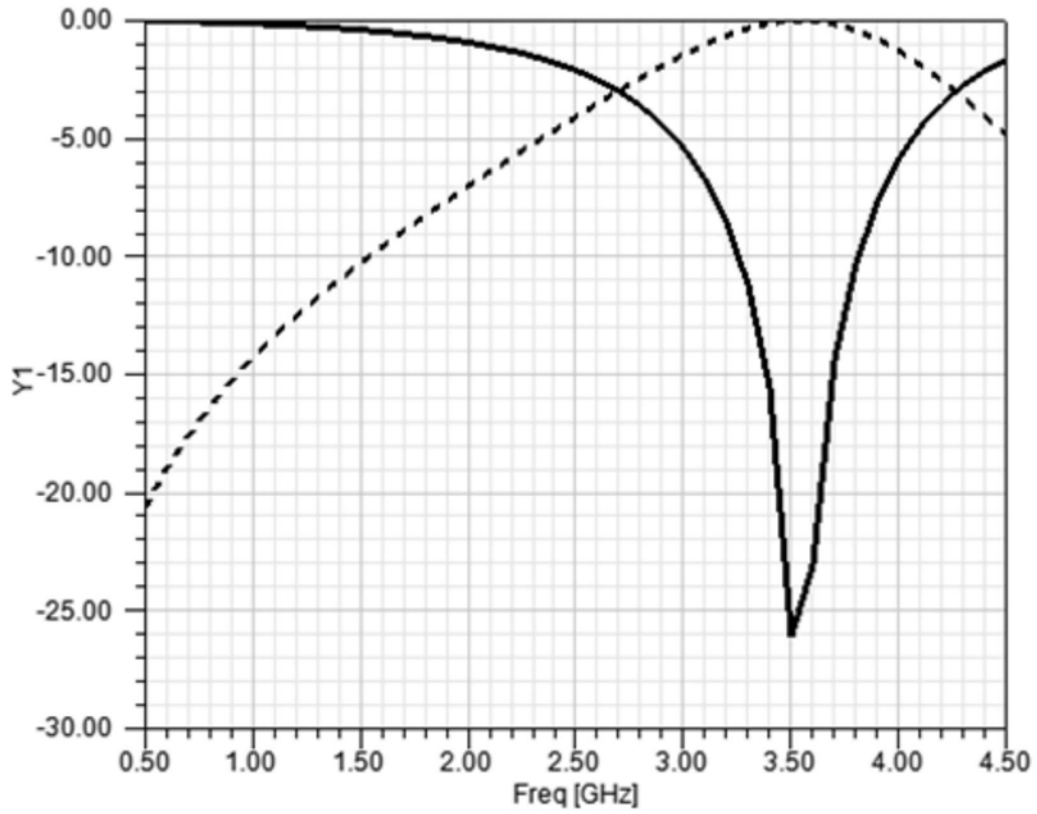


图6f

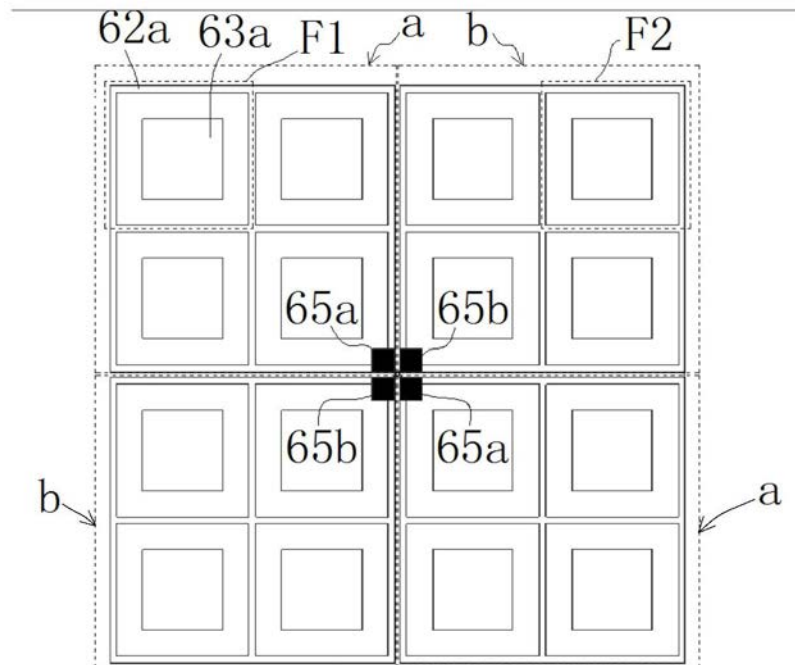


图7a

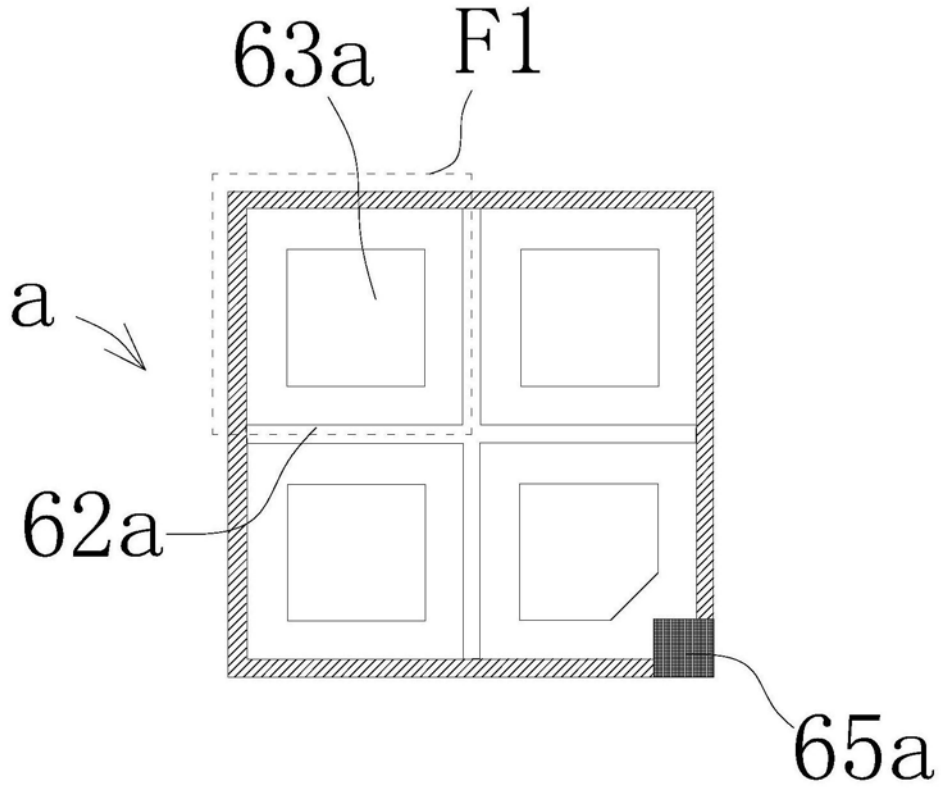


图7b

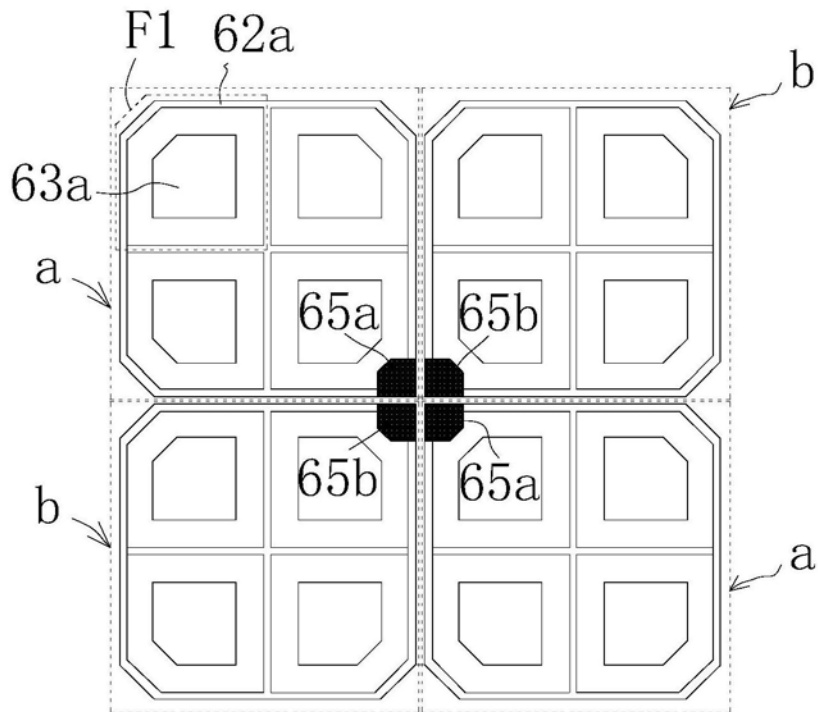


图7c

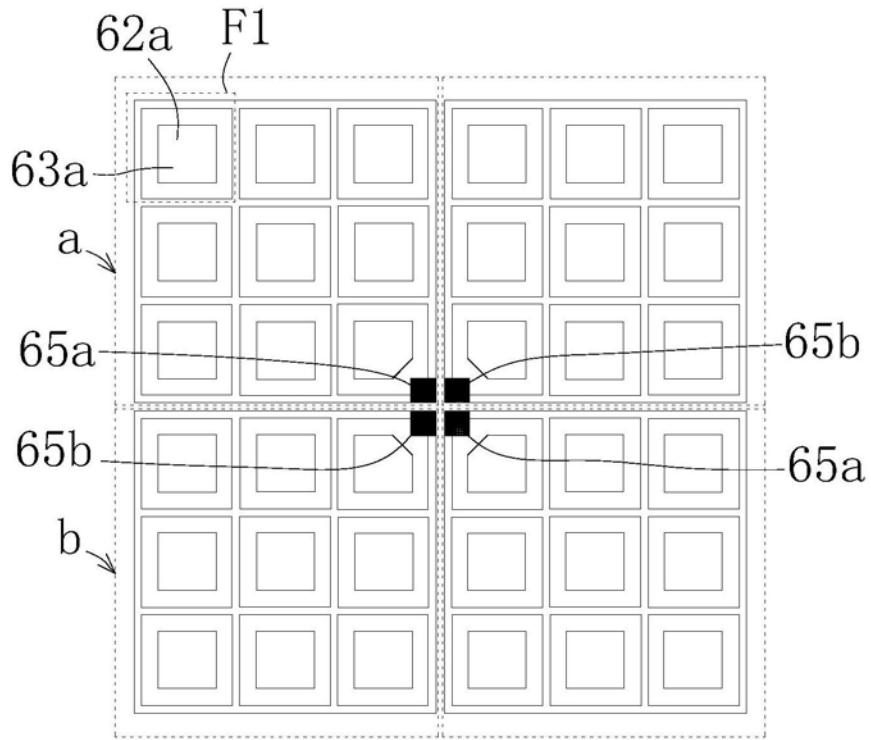


图8

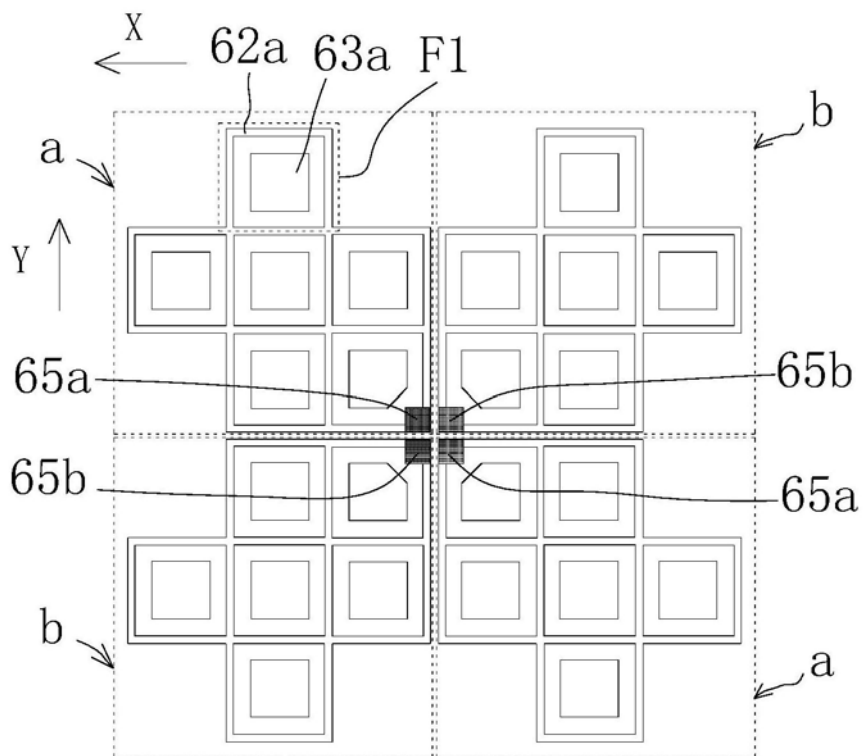


图9a

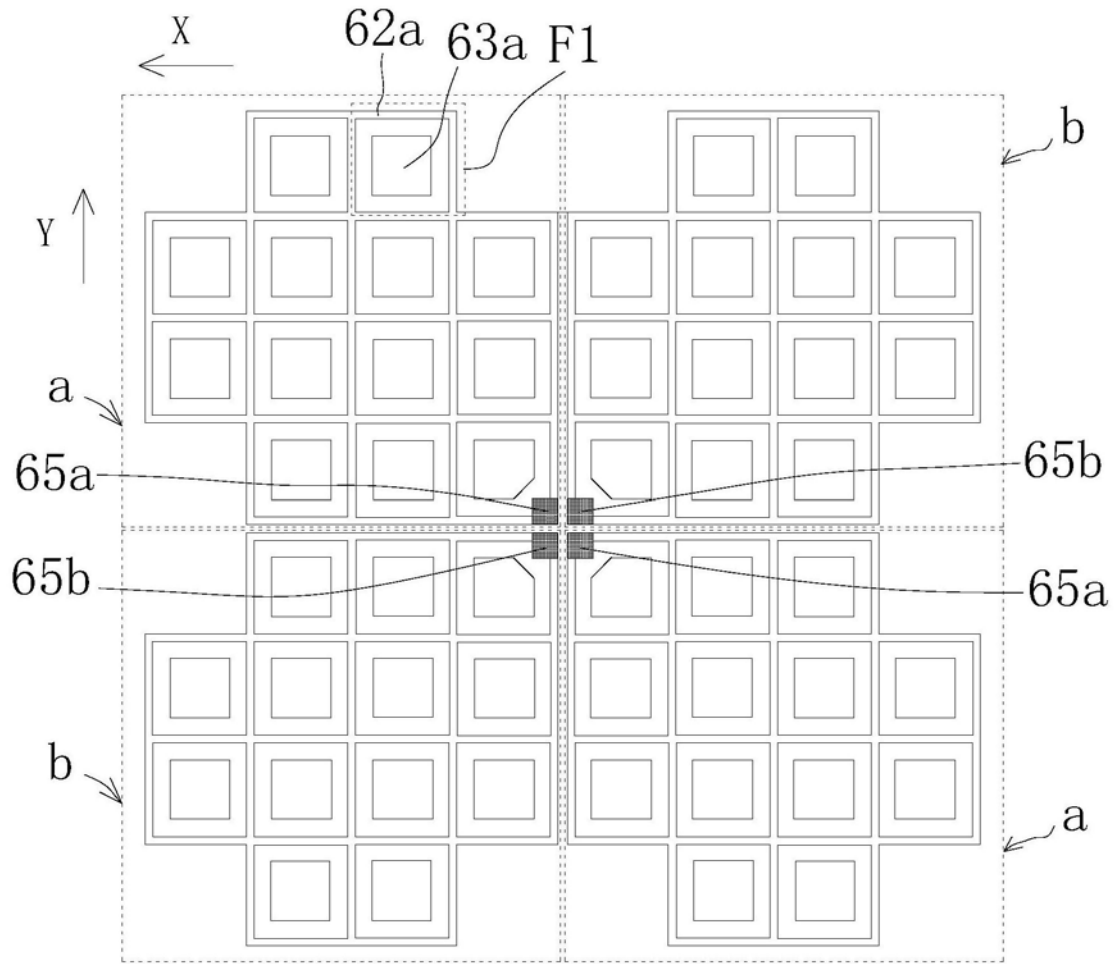


图9b

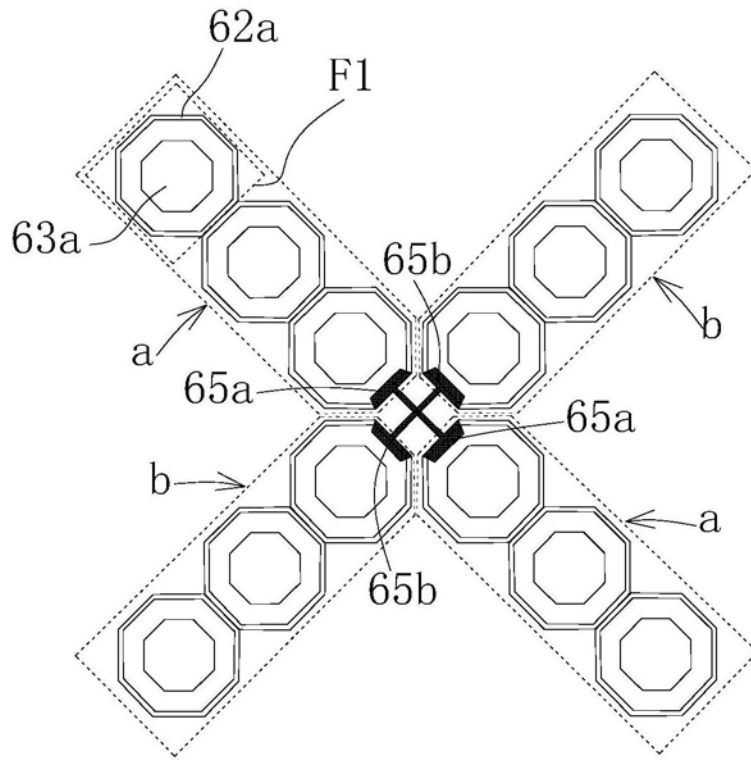


图10