



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 221552159 U

(45) 授权公告日 2024. 08. 16

(21) 申请号 202322921246.X

(22) 申请日 2023.10.28

(73) 专利权人 深圳市共进电子股份有限公司
地址 518000 广东省深圳市坪山区坑梓街
道丹梓北路2号

(72) 发明人 普星 张涛 邓文 覃东昱

(74) 专利代理机构 深圳中一联合知识产权代理
有限公司 44414
专利代理师 梁河

(51) Int. Cl.

H01Q 1/38 (2006.01)

H01Q 1/48 (2006.01)

H01Q 1/22 (2006.01)

H01Q 1/50 (2006.01)

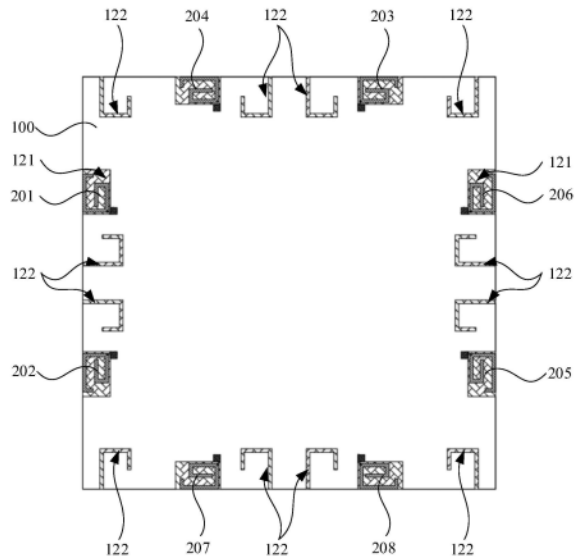
权利要求书2页 说明书11页 附图10页

(54) 实用新型名称

基于地辐射天线单元的MIMO天线及通信设备

(57) 摘要

本申请属于通信设备技术领域,提供一种基于地辐射天线单元的MIMO天线及通信设备,包括介质板和至少两个地辐射天线单元,介质板的参考地层的边缘设有间隔设置的至少两个挖空槽和至少一个谐振槽,谐振槽位于相邻的两个挖空槽之间,谐振槽的电长度小于射频信号的波长的四分之一。各地辐射天线单元设于对应的挖空槽内,地辐射天线单元包括主枝节和匹配网络,主枝节包括依次连接的第一子主枝节、第二子主枝节和第三子主枝节,主枝节的电长度小于射频信号的波长的四分之一,匹配网络用于调节主枝节的馈电点的阻抗。本申请提供的基于地辐射天线单元的MIMO天线,在各地辐射天线单元具有较高效率且全向辐射性能较好的前提下,实现了小型化设计。



1. 一种基于地辐射天线单元的MIMO天线,其特征在于,所述基于地辐射天线单元的MIMO天线包括:

介质板,包括基板和设于所述基板上的参考地层,所述参考地层的边缘设有间隔设置的至少两个挖空槽和至少一个谐振槽,所述挖空槽和所述谐振槽朝向所述参考地层的边缘的一侧均敞开设置,所述挖空槽均具有依次连接的三个槽壁,靠近所述挖空槽的敞开侧的两个所述槽壁相对设置,另一个所述槽壁与所述挖空槽的敞开侧相对设置,所述谐振槽位于相邻的两个所述挖空槽之间,所述谐振槽的电长度小于射频信号的波长的四分之一;

地辐射天线单元,所述地辐射天线单元的数量与所述挖空槽的数量相等,各所述地辐射天线单元均包括主枝节和匹配网络,所述主枝节和所述匹配网络均设于所述基板上并位于对应的所述挖空槽内,所述主枝节包括第一子主枝节、第二子主枝节和第三子主枝节,所述第一子主枝节与靠近所述挖空槽的敞开侧的一个所述槽壁间隔设置并于两者之间形成第一间隙,所述第三子主枝节与所述挖空槽的敞开侧的另外一个所述槽壁间隔设置并于两者之间形成第二间隙,所述第二子主枝节的两端分别连接所述第一子主枝节及所述第三子主枝节靠近所述挖空槽的敞开侧的一端,所述第一子主枝节远离所述第二子主枝节的一端与所述参考地层馈电连接,所述主枝节的电长度小于射频信号的波长的四分之一;所述匹配网络用于调节所述主枝节的馈电点的阻抗。

2. 根据权利要求1所述的基于地辐射天线单元的MIMO天线,其特征在于,所述参考地层具有第一侧边,所述第一侧边沿直线延伸,所述参考地层上靠近所述第一侧边的边缘设有两个所述挖空槽;

其中,两个所述挖空槽的相互远离的一侧的所述槽壁之间的距离大于射频信号的波长的四分之一且小于射频信号的波长的二分之一,所述参考地层上靠近所述第一侧边的边缘还设有两个所述谐振槽,两个所述谐振槽位于两个所述挖空槽之间,各所述谐振槽与相邻的所述挖空槽之间的距离大于射频信号的波长的八分之一;

或者,两个所述挖空槽的相互远离的一侧的所述槽壁之间的距离大于或等于射频信号的波长的二分之一且小于射频信号的波长,所述参考地层上靠近所述第一侧边的边缘还设有一个所述谐振槽,所述谐振槽在两个所述挖空槽之间居中设置。

3. 根据权利要求1所述的基于地辐射天线单元的MIMO天线,其特征在于,所述参考地层包括相互垂直的第一侧边和第二侧边位于所述第一侧边和所述第二侧边之间的顶点,所述参考地层上靠近所述第一侧边的边缘和靠近所述第二侧边的边缘分别设有一个所述挖空槽,各所述挖空槽与所述顶点之间的距离均大于射频信号的波长的四分之一且小于射频信号的波长的二分之一;所述参考地层上靠近所述第一侧边的边缘或靠近所述第二侧边的边缘还设置有一个所述谐振槽,所述谐振槽与相邻的所述挖空槽之间的距离大于射频信号的波长的八分之一。

4. 根据权利要求1所述的基于地辐射天线单元的MIMO天线,其特征在于,所述参考地层包括依次垂直连接的第一侧边、第二侧边和第三侧边,且所述第一侧边和第三侧边相对设置,所述第一侧边和第三侧边之间的距离大于射频信号的波长的四分之一且小于射频信号的波长的二分之一,所述参考地层上靠近所述第一侧边的边缘和靠近第三侧边的边缘分别设有一个所述挖空槽,所述参考地层上靠近所述第二侧边的边缘设置有一个所述谐振槽,所述谐振槽在所述第二侧边上居中设置。

5. 根据权利要求1所述的基于地辐射天线单元的MIMO天线,其特征在于,所述参考地层设置为矩形,所述参考地层上靠近每条边的边缘设置有至少两个所述挖空槽,位于所述参考地层的同一条边上的两个所述挖空槽之间设置有两个所述谐振槽,分别位于所述参考地层的相邻的两条边上且相邻设置的两个所述挖空槽之间设置有一个所述谐振槽。

6. 根据权利要求1所述的基于地辐射天线单元的MIMO天线,其特征在于,所述谐振槽包括依次连接的第一槽段、第二槽段和第三槽段,所述一槽段从所述参考地层的边缘朝所述参考地层的中心延伸,所述第三槽段从从所述参考地层的中心朝所述参考地层的边缘延伸。

7. 根据权利要求1-6任意一项所述的基于地辐射天线单元的MIMO天线,其特征在于,所述匹配网络包括副枝节,所述副枝节包括第一子副枝节,所述第一子副枝节的一端与所述主枝节的馈电点电性连接,所述第一子副枝节位于所述第二子主枝节和朝向所述挖空槽的敞开侧的所述槽壁之间并与朝向所述挖空槽的敞开侧的所述槽壁之间形成第三间隙,所述副枝节的电长度小于射频信号的波长的四分之一。

8. 根据权利要求7所述的基于地辐射天线单元的MIMO天线,其特征在于,所述副枝节还包括第二子副枝节和第三子副枝节,所述第一子副枝节、所述第二子副枝节和所述第三子副枝节依次连接,所述第二子副枝节位于所述第一子主枝节和所述第三子主枝节之间,所述第三子副枝节位于所述第一子副枝节和所述第二子主枝节之间。

9. 根据权利要求1-6任意一项所述的基于地辐射天线单元的MIMO天线,其特征在于,所述匹配网络包括电容,所述电容的一端与所述主枝节的馈电点电性连接,所述电容的另一端与所述参考地层电性连接。

10. 一种通信设备,其特征在于,所述通信设备包括权利要求1-9任意一项所述的基于地辐射天线单元的MIMO天线。

基于地辐射天线单元的MIMO天线及通信设备

技术领域

[0001] 本申请涉及技术领域通信设备,特指一种基于地辐射天线单元的多入多出(Multiple-Input-Multiple-Output,MIMO)天线及通信设备。

背景技术

[0002] MIMO技术是一种无线通信技术,用于增加无线系统中的传输速率和系统容量,而MIMO天线是MIMO技术中连接设备与空间的核心部件,其关键技术的研究对于通信系统性能的提升具有重要意义。

[0003] MIMO天线通常包括多个天线单元,现有技术中,为了使MIMO天线更加小型化,通常会减小天线单元之间的间距,这通常会增加天线单元之间的耦合度,影响MIMO天线的整体性能,所以现有技术为使MIMO天线更加小型化的同时,通常还会采取多种方法降低天线单元之间的耦合度,其中一种做法是使用双极化偶极子天线或偶极子天线正交布局,通过极化隔离来提高天线单元之间的隔离度,但是采用上述做法时,极化方向少,通常只能做两路天线单元的极化隔离;还需要额外的空间对天线单元进行布置,会增大成本,且天线单元的方向图易受主板、散热片等金属件影响;另外一种做法是采用中和线、解耦网络等方法解耦天线,但是采用上述做法时,天线单元的形式通常为平面倒F天线(Planar Inverted-F Antenna,PIFA)或单极子天线,多天线单元共地时,地电流复杂,难以调试及解耦,且天线单元效率、方向图易受解耦结构的影响。

[0004] 可见,上述做法中天线单元的效率或方向图等性能均容易受到影响,不能很好地兼顾MIMO天线的小型化设计和天线单元的性能。

实用新型内容

[0005] 本申请实施例的目的在于提供一种基于地辐射天线单元的MIMO天线及通信设备,以解决现有技术中存在的MIMO天线不能很好地兼顾MIMO天线的小型化设计和天线单元的性能的技术问题。

[0006] 为实现上述目的,本申请采用的技术方案是:提供一种基于地辐射天线单元的MIMO天线,包括介质板和地辐射天线单元。其中,介质板包括基板和设于所述基板上的参考地层,所述参考地层的边缘设有间隔设置的至少两个挖空槽和至少一个谐振槽,所述挖空槽和所述谐振槽朝向所述参考地层的边缘的一侧均敞开设,所述挖空槽均具有依次连接的三个槽壁,靠近所述挖空槽的敞开侧的两个所述槽壁相对设置,另一个所述槽壁与所述挖空槽的敞开侧相对设置,所述谐振槽位于相邻的两个所述挖空槽之间,所述谐振槽的电长度小于射频信号的波长的四分之一;所述地辐射天线单元的数量与所述挖空槽的数量相等,各所述地辐射天线单元均包括主枝节和匹配网络,所述主枝节和所述匹配网络均设于所述基板上并位于对应的所述挖空槽内,所述主枝节包括第一子主枝节、第二子主枝节和第三子主枝节,所述第一子主枝节与靠近所述挖空槽的敞开侧的一个所述槽壁间隔设置并于两者之间形成第一间隙,所述第三子主枝节与所述挖空槽的敞开侧的另外一个所述槽壁

间隔设置并于两者之间形成第二间隙,所述第二子主枝节的两端分别连接所述第一子主枝节及所述第三子主枝节靠近所述挖空槽的敞开侧的一端,所述第一子主枝节远离所述第二子主枝节的一端与所述参考地层馈电连接,所述主枝节的电长度小于射频信号的波长的四分之一;所述匹配网络用于调节所述主枝节的馈电点的阻抗

[0007] 在其中一个实施例中,所述参考地层具有第一侧边,所述第一侧边沿直线延伸,所述参考地层上靠近所述第一侧边的边缘设有两个所述挖空槽;两个所述挖空槽的相互远离的一侧的所述槽壁之间的距离大于射频信号的波长的四分之一且小于射频信号的波长的二分之一,所述参考地层上靠近所述第一侧边的边缘还设有两个所述谐振槽,两个所述谐振槽位于两个所述挖空槽之间,各所述谐振槽与相邻的所述挖空槽之间的距离大于射频信号的波长的八分之一。

[0008] 在其中一个实施例中,所述参考地层具有第一侧边,所述第一侧边沿直线延伸,所述参考地层上靠近所述第一侧边的边缘设有两个所述挖空槽;两个所述挖空槽的相互远离的一侧的所述槽壁之间的距离大于或等于射频信号的波长的二分之一且小于射频信号的波长,所述参考地层上靠近所述第一侧边的边缘还设有一个所述谐振槽,所述谐振槽在两个所述挖空槽之间居中设置。

[0009] 在其中一个实施例中,所述参考地层包括相互垂直的第一侧边和第二侧边位于所述第一侧边和所述第二侧边之间的顶点,所述参考地层上靠近所述第一侧边的边缘和靠近所述第二侧边的边缘分别设有一个所述挖空槽,各所述挖空槽与所述顶点之间的距离均大于射频信号的波长的四分之一且小于射频信号的波长的二分之一;所述参考地层上靠近所述第一侧边的边缘或靠近所述第二侧边的边缘还设置有一个所述谐振槽,所述谐振槽与相邻的所述挖空槽之间的距离大于射频信号的波长的八分之一。

[0010] 在其中一个实施例中,所述参考地层包括依次垂直连接的第一侧边、第二侧边和第三侧边,且所述第一侧边和第三侧边相对设置,所述第一侧边和所述第三侧边之间的距离大于射频信号的波长的四分之一且小于射频信号的波长的二分之一,所述参考地层上靠近所述第一侧边的边缘和靠近所述第三侧边的边缘分别设有一个所述挖空槽,所述参考地层上靠近所述第二侧边的边缘设置有一个所述谐振槽,所述谐振槽在所述第二侧边上居中设置。

[0011] 在其中一个实施例中,所述参考地层设置为矩形,所述参考地层上靠近每条边的边缘设置有至少两个所述挖空槽,位于所述参考地层的同一条边上的两个所述挖空槽之间设置有两个所述谐振槽,分别位于所述参考地层的相邻的两条边上且相邻设置的两个所述挖空槽之间设置有一个所述谐振槽。

[0012] 在其中一个实施例中,所述谐振槽包括依次连接的第一槽段、第二槽段和第三槽段,所述一槽段从所述参考地层的边缘朝所述参考地层的中心延伸,所述第三槽段从所述参考地层的中心朝所述参考地层的边缘延伸。

[0013] 在其中一个实施例中,所述匹配网络包括副枝节,所述副枝节包括第一子副枝节,所述第一子副枝节的一端与所述主枝节的馈电点电性连接,所述第一子副枝节位于所述第二子主枝节和朝向所述挖空槽的敞开侧的所述槽壁之间并与朝向所述挖空槽的敞开侧的所述槽壁之间形成第三间隙,所述副枝节的电长度小于射频信号的波长的四分之一

[0014] 在其中一个实施例中,所述副枝节还包括第二子副枝节和第三子副枝节,所述第

一子副枝节、所述第二子副枝节和所述第三子副枝节依次连接,所述第二子副枝节位于所述第一子主枝节和所述第三子主枝节之间,所述第三子副枝节位于所述第一子副枝节和所述第二子主枝节之间。

[0015] 在其中一个实施例中,所述匹配网络包括电容,所述电容的一端与所述主枝节的馈电点电性连接,所述电容的另一端与所述参考地层电性连接。

[0016] 为实现上述目的,本申请还提供一种通信设备,所述通信设备包括上述基于地辐射天线单元的MIMO天线。

[0017] 本申请提供的基于地辐射天线单元的MIMO天线及通信设备的有益效果在于:与现有技术相比,本申请提供的基于地辐射天线单元的MIMO天线,首先对单个地辐射天线单元进行小型化设计,使地辐射天线单元小型化的同时,具有较高的效率和较好的全辐射性能,具体而言,本申请提供的MIMO天线的介质板的参考地层上开设有挖空槽,挖空槽内设置有主枝节和匹配网络,主枝节的电长度小于射频信号的波长的四分之一,且主枝节的第一子主枝节与挖空槽靠近敞开侧的一个侧边之间形成第一间隙,主枝节的第三子主枝节与挖空槽靠近敞开侧的另一个侧边之间形成第二间隙。上述结构设计使得主枝节的第一子主枝节远离第二子主枝节的一端馈电之后,主枝节作为激励源,可有效激励起参考地层辐射,使得地辐射天线单元尺寸做到非常小还能保持较高的效率;并且,匹配网络可调节主枝节的馈电点处的阻抗,进一步提升地辐射天线单元的效率;另外,采用上述结构的地辐射天线方向图可控,全向辐射性能也较好。

[0018] 在对单个地辐射天线单元进行小型化设计之后,本申请提供MIMO天线还在参考地层上设置谐振槽,根据高频电流的趋肤效应,电流流经该谐振槽,谐振槽长度等效为电感,谐振槽宽度等效为电容,谐振槽能形成带阻滤波电路,有效削弱地辐射天线单元之间的磁耦合,使多个地辐射天线单元可在相互之间具有较小耦合的情况下在基板上紧密地排列,进而在各个地辐射天线单元均具有较高效率且全向辐射性能较好的前提下,实现MIMO天线的整体小型化,达到较好地兼顾MIMO天线的小型化设计和地辐射天线单元的性能的效果。

附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0020] 图1为本申请实施例提供的一种基于地辐射天线单元的MIMO天线的结构示意图;

[0021] 图2为本申请实施例提供的基于地辐射天线单元的MIMO天线的地辐射天线单元的结构示意图;

[0022] 图3为本申请实施例提供的基于地辐射天线单元的MIMO天线的谐振槽的结构示意图;

[0023] 图4为本申请实施例提供的基于地辐射天线单元的MIMO天线的谐振槽的等效电路图;

[0024] 图5为本申请实施例提供的另一种基于地辐射天线单元的MIMO天线的结构示意图;

[0025] 图6为本申请实施例提供的又一种基于地辐射天线单元的MIMO天线的结构示意图;

[0026] 图7为本申请实施例提供的又一种基于地辐射天线单元的MIMO天线的结构示意图;

[0027] 图8为本申请实施例提供的一种单天线的电流强度分布图;

[0028] 图9为图7所示的基于地辐射天线单元的MIMO天线未设置谐振槽时,对其中一个地辐射天线单元施加激励后,MIMO天线上的电流强度分布图;

[0029] 图10为图7所示的基于地辐射天线单元的MIMO天线未设置谐振槽时,对其中一个地辐射天线单元施加激励后,MIMO天线上的电场强度分布图;

[0030] 图11为图7所示的基于地辐射天线单元的MIMO天线未设置谐振槽时,对其中一个地辐射天线单元施加激励后,MIMO天线上的磁场强度分布图;

[0031] 图12为图7所示的基于地辐射天线单元的MIMO天线未设置谐振槽时,对其中一个地辐射天线单元施加激励后,MIMO天线上的地辐射天线单元的隔离度总图;

[0032] 图13为图7所示的基于地辐射天线单元的MIMO天线,对其中一个地辐射天线单元施加激励后,MIMO天线上的电流强度分布图;

[0033] 图14为图7所示的基于地辐射天线单元的MIMO天线,对其中一个地辐射天线单元施加激励后,MIMO天线上的地辐射天线单元的隔离度示意图。

[0034] 其中,图中各附图标记:

[0035] 100-介质板;110-基板;120-参考地层;121-挖空槽;1211-槽壁;1212-第一间隙;1213-第二间隙;1214-第三间隙;122-谐振槽;1221-第一槽段;1222-第二槽段;1223-第三槽段;

[0036] 200、201、202、203、204、205、206、207、208-地辐射天线单元;210-主枝节;211-第一子主枝节;212-第二子主枝节;213-第三子主枝节;220-匹配网络;221-副枝节;2211-第一子副枝节;2212-第二子副枝节;2213-第三子副枝节;230-馈电点;240-接地点。

具体实施方式

[0037] 下面详细描述本申请的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本申请,而不能理解为对本申请的限制。

[0038] 在本申请的描述中,需要理解的是,术语“长度”、“宽度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本申请和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本申请的限制。

[0039] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本申请的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0040] 在整个说明书中参考“一个实施例”或“实施例”意味着结合实施例描述的特定特

征,结构或特性包括在本申请的至少一个实施例中。因此,“在一个实施例中”或“在一些实施例中”的短语出现在整个说明书的各个地方,并非所有的指代都是相同的实施例。此外,在一个或多个实施例中,可以以任何合适的方式组合特定的特征,结构或特性。

[0041] 请参阅图1和图2,现对本申请实施例提供的基于地辐射天线单元的MIMO天线进行说明。该基于地辐射天线单元的MIMO天线包括介质板100和地辐射天线单元200。

[0042] 其中,请参阅图1至图3,介质板100包括基板110和设于基板110上的参考地层120,参考地层120的边缘设有间隔设置的至少两个挖空槽121和至少一个谐振槽122,挖空槽121和谐振槽122朝向参考地层120的边缘的一侧均敞开设置,挖空槽121均具有依次连接的三个槽壁1211,靠近挖空槽121的敞开侧的两个槽壁1211相对设置,另一个槽壁1211与挖空槽121的敞开侧相对设置,谐振槽122位于相邻的两个挖空槽121之间,谐振槽122的电长度小于射频信号的波长的四分之一。

[0043] 请参阅图2,地辐射天线单元200的数量与挖空槽121的数量相等,各地辐射天线单元200均包括主枝节210和匹配网络220,主枝节210和匹配网络220均设于基板110上并位于对应的挖空槽121内,主枝节210包括第一子主枝节211、第二子主枝节212和第三子主枝节213,第一子主枝节211与靠近挖空槽121的敞开侧的一个槽壁1211间隔设置并于两者之间形成第一间隙1212,第三子主枝节213与靠近挖空槽121的敞开侧的另外一个槽壁1211间隔设置并于两者之间形成第二间隙1213,第二子主枝节212的两端分别连接第一子主枝节211及第三子主枝节213靠近挖空槽121的敞开侧的一端,第一子主枝节211远离第二子主枝节212的一端与参考地层120馈电连接,主枝节210的电长度小于射频信号的波长的四分之一;匹配网络220用于调节主枝节210的馈电点230的阻抗。

[0044] 具体地,请参阅图1和图2,介质板100的基板110可以设置为FR4板,介质板100上铺设的参考地层120可以设置为覆铜层。介质板100可以设置为矩形、方形、椭圆形或其他形状,介质板100的长度为介质板100在图1所示Y方向上的尺寸,介质板100的宽度为介质板100在图1所示X方向上的尺寸,介质板100的长度可以设置为射频信号的波长的0.8-2倍,介质板100的宽度可以设置为射频信号的波长的0.8-2倍,介质板100的厚度可以设置为射频信号的波长的0.01-0.02倍,示例性地,介质板100设置为矩形,介质板100的长度设置为等于射频信号的波长,介质板100的宽度设置为等于射频信号的波长,介质板100的厚度设置为射频信号的波长的0.015倍。当然,介质板100还可以设置为其他形状和尺寸,本实施例对介质板100的形状和尺寸不作唯一限定。

[0045] 具体地,请参阅图1和图2,挖空槽121设置在参考地层120的边缘,换言之,挖空槽121在覆铜层的边缘形成缺口。挖空槽121的三个槽壁1211可以分别沿直线延伸,相邻的两个槽壁1211之间的夹角可以设置为 70° - 120° 之间,比如 70° 、 80° 、 90° 、 100° 、 110° 等,示例性地,挖空槽121的每两个相邻的槽壁1211之间的夹角均设置为 90° ,即挖空槽121为矩形槽。挖空槽121的形状可根据具体情况作调整,本实施例对此不作唯一限定。挖空槽121的宽度为挖空槽121在从参考地层120的边缘至参考地层120的中心的向上的尺寸,挖空槽121的长度为挖空槽121在对应的参考地层120侧边的延伸向上的尺寸,挖空槽121的长度可以设置为射频信号的波长的0.09-0.11倍,挖空槽121的宽度可以设置为射频信号的波长的0.05-0.07倍,示例性,挖空槽121的长度设置为射频信号的波长的0.1倍,挖空槽121的宽度设置为射频信号的波长的0.06倍。挖空槽121的尺寸也可根据具体情况作调整,本实施例对

此不作唯一限定。

[0046] 并且,挖空槽121的数量可以是两个、三个、四个、五个、六个、八个等,挖空槽121可以沿参考地层120的边缘依次间隔排布,比如,在参考地层120设置为矩形时,挖空槽121的数量可以为四个,四个挖空槽121分别设置在参考地层120的一条边上,挖空槽121的数量、排布方式也可以根据需要进行设置,本实施例对此不作唯一限定。

[0047] 具体地,请参阅图1和图3,谐振槽122设置在参考地层120的边缘,换言之,谐振槽122在覆铜层的边缘形成缺口。在谐振槽122的电长度小于射频信号的波长的四分之一的的前提下,谐振槽122可以沿直线延伸,也可以沿曲线延伸,还可以部分槽段沿直线延伸,另外部分槽段沿曲线延伸,本实施例对此不作唯一限定。

[0048] 并且,谐振槽122的数量与挖空槽121的数量以及挖空槽121的排布方式相关,换言之,谐振槽122的数量与地辐射天线单元200的数量以及地辐射天线单元200的排布方式相关,谐振槽122的数量可以为一个或多个等,相邻的两个挖空槽121之间可以设置一个或多个谐振槽122。比如,谐振槽122的数量为一个,挖空槽121的数量为两个,该谐振槽122设置在两个挖空槽121之间;比如,在谐振槽122的数量为两个,挖空槽121的数量为两个,两个谐振槽122均设置在两个挖空槽121之间;再比如,谐振槽122的数量为三个,挖空槽121的数量为两个,每两个挖空槽121之间设置一个谐振槽122。

[0049] 具体地,地辐射天线单元200的数量与挖空槽121的数量相等,可以两个、三个、四个、五个等,且对于设置在参考地层120上的同一条侧边的两个地辐射天线单元200而言,这两个地辐射天线单元200可以镜像对称设置,这两个地辐射天线单元200中的其中一个也可以由另外一个沿参考地层120的侧边平移得到。

[0050] 请参阅图1和图2,对于地辐射天线的主枝节210而言,在一种可能的实现方式中,主枝节210的第一子主枝节211、第二子主枝节212和第三子主枝节213均沿直线延伸,第一子主枝节211和第二子主枝节212之间的夹角可以设置为 70° - 120° 之间,比如 70° 、 80° 、 90° 、 100° 、 110° 等;第二子主枝节212和第三子主枝节213之间的夹角可以设置为 70° - 120° 之间,比如 70° 、 80° 、 90° 、 100° 、 110° 等,优选地,第一子主枝节211和第二子主枝节212之间的夹角设置为 90° ,第二子主枝节212和第三子主枝节213之间的夹角设置为 90° ,主枝节210整体呈C型。在其他可能的实现方式中,还可以将第一子主枝节211和第三子主枝节213设置为沿直线延伸,将第二子主枝节212设置为呈蛇形延伸,如此设置,第二子主枝节212的长度可以设置地更长,有利于缩小主枝节210在基板110上所占的面积,进而利于地辐射天线单元200的小型化。

[0051] 并且,请参阅图2,第一子主枝节211远离第二子主枝节212的一端设有馈电点230,参考地层120上设有接地点240。主枝节210可以通过同轴线馈电,也可用通过微带线、共面波导线等方式与参考地层120馈电连接。

[0052] 请参阅图2,对于地辐射天线的匹配网络220而言,匹配网络220用于调节阻抗匹配及控制谐振频率,匹配网络220具有多种可能的形式,在一种可能的实现方式中,匹配网络220可以设置为下文的副枝节221,副枝节221包括第一子副枝节2211,第一子副枝节2211的长度小于射频信号的波长的四分之一,第一子副枝节2211的一端与第一子主枝节211电性连接,第一子副枝节2211与挖空槽121的朝向敞口的槽壁1211平行且间隔设置,此种情况下,第一子副枝节2211与参考地层120平行且较近,构成开路传输线,根据传输线阻抗方程

可得,端口阻抗为容性,可形成等效电容,等效电容和主枝节210形成的等效电感共同构成LC谐振电路,该谐振电路可使参考地层120构造出全波长的谐振模式,且该谐振模式能够被有效激励,从而使天线参考地层120谐振在设定的频段,并使天线实现小型化的同时,具有较高的效率。

[0053] 本实施例提供的基于地辐射天线单元的MIMO天线,与现有技术相比,首先对单个地辐射天线单元200进行小型化设计,使地辐射天线单元200小型化的同时,具有较高的效率和较好的全辐射性能,具体而言,本申请提供的MIMO天线的介质板100的参考地层120上开设有挖空槽121,挖空槽121内设置有主枝节210和匹配网络220,主枝节210的电长度小于射频信号的波长的四分之一,且主枝节210的第一子主枝节211与挖空槽121靠近敞开侧的一个侧边之间形成第一间隙1212,主枝节210的第三子主枝节213与挖空槽121靠近敞开侧的另一个侧边之间形成第二间隙1213。上述结构设计使得主枝节210的第一子主枝节211远离第二子主枝节212的一端馈电之后,主枝节210作为激励源,可有效激励起参考地层120辐射,使得地辐射天线单元200尺寸做到非常小还能保持较高的效率;并且,匹配网路可调节主枝节210的馈电点230处的阻抗,进一步提升地辐射天线单元200的效率;另外,采用上述结构的地辐射天线方向图可控,全向辐射性能也较好。

[0054] 在对单个地辐射天线单元200进行小型化设计之后,本申请提供MIMO天线还在参考地层120上设置谐振槽122,请参阅图4,根据高频电流的趋肤效应,电流流经该谐振槽122,谐振槽122长度等效为电感,谐振槽122宽度等效为电容,谐振槽122能形成带阻滤波电路,有效削弱地辐射天线单元200之间的磁耦合,使多个地辐射天线单元200在相互之间耦合较小的情况在在基板110上紧密地排列,进而在各个地辐射天线单元200均具有较高效率、全向辐射性能较好的前提下,实现MIMO天线的小型化设计,达到较好地兼顾MIMO天线的小型化设计和地辐射天线单元200的性能的效果。

[0055] 请参阅图8,图8示出了一种单天线的电流强度分布图,该单天线包括矩形的参考地层120和设置在矩形参考地层120上的一个地辐射天线单元200,为便于描述,定义该矩形的参考地层120的四个顶点分别为A、B、C、D,该地辐射天线单元200设置在参考地层120的AB边,给该地辐射天线单元200馈电时,在参考地层120上激励起的电流强度分布,在AB边强度最强,AD边与BC边次之,CD边最弱,由此可推断,在AB边增加另一路地辐射天线单元200时,会与AB边上的地辐射天线单元200产生较强的耦合,在AD或BC边增加另一路地辐射天线单元200时,会与AB边上的地辐射天线单元200产生中等程度的耦合,在CD边增加另一路地辐射天线单元200时,会与AB边上的地辐射天线单元200产生较弱的耦合。基于上述情况,本申请提供了图1以及图5至图7中所示的实施例。

[0056] 请参阅图1,在本申请另一个实施例中,参考地层120具有第一侧边,第一侧边沿直线延伸,参考地层120上靠近第一侧边的边缘设有两个挖空槽121;两个挖空槽121的相互远离的一侧的槽壁1211之间的距离 H_1 大于射频信号的波长的四分之一且小于射频信号的波长的二分之一,参考地层120上靠近第一侧边的边缘还设有两个谐振槽122,两个谐振槽122位于两个挖空槽121之间,各谐振槽122与相邻的挖空槽121之间的距离大于射频信号的波长的八分之一。

[0057] 本实施例提供的基于地辐射天线单元的MIMO天线,两个地辐射天线单元200排布地较为紧密,MIMO天线的尺寸很小,且两个地辐射天线单元200之间设置两个谐振槽122,能

有效地降低两个地辐射天线单元200之间的耦合度,MIMO天线整体的性能良好。

[0058] 在本申请另一个实施例中,参考地层120具有第一侧边,第一侧边沿直线延伸,参考地层120上靠近第一侧边的边缘设有两个挖空槽121;两个挖空槽121的相互远离的一侧的槽壁1211之间的距离 H_1 大于或等于射频信号的波长的二分之一且小于射频信号的波长,参考地层120上靠近第一侧边的边缘还设有一个谐振槽122,谐振槽122在两个挖空槽121之间居中设置,此种情况图未显示。

[0059] 本实施例提供的基于地辐射天线单元的MIMO天线,两个地辐射天线单元200排布地较为紧密,MIMO天线的尺寸较小,且两个地辐射天线单元200之间设置一个谐振槽122即可有效地降低两个地辐射天线单元200之间的耦合度,MIMO天线整体的性能良好,且两个挖空槽121之间仅需设置一个谐振槽122,有利于简化MIMO天线的加工工艺。

[0060] 请参阅图5,在本申请另一个实施例中,参考地层120包括相互垂直的第一侧边和第二侧边位于第一侧边和第二侧边之间的顶点,参考地层120上靠近第一侧边的边缘和靠近第二侧边的边缘分别设有一个挖空槽121,各挖空槽121与顶点之间的距离 H_2 均大于射频信号的波长的四分之一且小于射频信号的波长的二分之一;参考地层120上靠近第一侧边的边缘或靠近第二侧边的边缘还设置有一个谐振槽122,谐振槽122与相邻的挖空槽121之间的距离大于射频信号的波长的八分之一。

[0061] 本实施例提供的基于地辐射天线单元的MIMO天线,两个地辐射天线单元200排布地较为紧密,MIMO天线的尺寸很小,且两个地辐射天线单元200之间设置一个谐振槽122即可有效地降低两个地辐射天线单元200之间的耦合度,MIMO天线整体的性能良好,且两个挖空槽121之间仅需设置一个谐振槽122,有利于简化MIMO天线的加工工艺。

[0062] 请参阅图6,在本申请另一个实施例中,参考地层120包括依次垂直连接的第一侧边、第二侧边和第三侧边,且第一侧边和第三侧边相对设置,第一侧边和第三侧边之间的距离 H_3 大于射频信号的波长的四分之一且小于射频信号的波长的二分之一,参考地层120上靠近第一侧边的边缘和靠近第三侧边的边缘分别设有一个挖空槽121,参考地层120上靠近第二侧边的边缘设置有一个谐振槽122,谐振槽122在第二侧边上居中设置。

[0063] 本实施例提供的基于地辐射天线单元的MIMO天线,两个地辐射天线单元200排布地较为紧密,MIMO天线的尺寸很小,且两个地辐射天线单元200之间设置一个谐振槽122即可有效地降低两个地辐射天线单元200之间的耦合度,MIMO天线整体的性能良好,且两个挖空槽121之间仅需设置一个谐振槽122,有利于简化MIMO天线的加工工艺。

[0064] 请参阅图7,在本申请另一个实施例中,参考地层120设置为矩形,参考地层120上靠近每条边的边缘设置有至少两个挖空槽121,位于参考地层120的同一条边上的两个挖空槽121之间设置有两个谐振槽122,分别位于参考地层120的相邻的两条边上且相邻设置的两个挖空槽121之间设置有一个谐振槽122。

[0065] 本实施例提供的基于地辐射天线单元的MIMO天线,由于谐振槽122的解耦作用,使得位于参考地层120的同一条边上的两个挖空槽121可以排列地较为紧密,分别位于参考地层120的相邻的两条边上且相邻设置的两个挖空槽121也可以排列地较为紧密,这样,参考地层120的边长可以设置地较短,MIMO天线的尺寸较小的同时,MIMO天线整体的性能也较好。

[0066] 在本申请另一个实施例中,请参阅图3,谐振槽122包括依次连接的第一槽段1221、

第二槽段1222和第三槽段1223,一槽段从参考地层120的边缘朝参考地层120的中心延伸,第三槽段1223从参考地层120的中心朝参考地层120的边缘延伸,谐振槽122整体呈现“J”形。如此设置,谐振槽122整体呈现弯折状态,可以尽量避免谐振槽122占用参考地层120中部区域的位置,有利于MIMO天线的小型化。

[0067] 在本申请另一个实施例中,请参阅图1和图2,匹配网络220包括副枝节221,副枝节221包括第一子副枝节2211,第一子副枝节2211的一端与主枝节210的馈电点230电性连接,第一子副枝节2211位于第二子主枝节212和挖空槽121朝向敞开侧的槽壁1211之间并与挖空槽121朝向敞开侧的槽壁1211之间形成第三间隙1214,副枝节221的电长度小于射频信号的波长的四分之一。

[0068] 本实施例提供的基于地辐射天线单元的MIMO天线,将匹配网络220设置为副枝节221,能进一步改善地辐射天线单元200的阻抗匹配,优化地辐射天线单元200的辐射性能,使得地辐射天线单元200的传输效率进一步提升;并且副枝节221可采用印制的方式直接设置在基板110上,有利于降低MIMO天线的设计成本,提高MIMO天线的一致性和稳定性,缩小MIMO天线的体积。

[0069] 在本申请另一个实施例中,请参阅图1和图2,副枝节221还包括第二子副枝节2212和第三子副枝节2213,第一子副枝节2211、第二子副枝节2212和第三子副枝节2213依次连接,第二子副枝节2212位于第一子主枝节211和第三子主枝节213之间,第三子副枝节2213位于第一子副枝节2211和第二子主枝节212之间。

[0070] 具体地,在一种可能的实现方式中,第一子副枝节2211、第二子副枝节2212和第三子副枝节2213均沿直线延伸,第一子副枝节2211和第二子副枝节2212之间的夹角可以设置为 70° - 120° 之间,比如 70° 、 80° 、 90° 、 100° 、 110° 等;第二子副枝节2212和第三子副枝节2213之间的夹角可以设置为 70° - 120° 之间,比如 70° 、 80° 、 90° 、 100° 、 110° 等,优选地,第一子副枝节2211和第二子副枝节2212之间的夹角设置为 90° ,第二子副枝节2212和第三子副枝节2213之间的夹角设置为 90° ,副枝节221整体呈n型。

[0071] 在其他可能的实现方式中,还可以将第一子副枝节2211设置为沿直线延伸,将第二子副枝节2212和第三子副枝节2213均设置为呈蛇形延伸,如此设置,第二子副枝节2212和第三子副枝节2213的长度可以设置地更长,有利于在保证副枝节221的长度足够的情况下,缩小副枝节221在基板110上所占的面积,进而利于地辐射天线单元200的小型化。

[0072] 本实施例提供的基于地辐射天线单元的MIMO天线,将副枝节221设置为依次连接的第一子副枝节2211、第二子副枝节2212和第三子副枝节2213,并将第二子副枝节2212设置在第一子主枝节211和第三子主枝节213之间,将第三子副枝节2213位于第一子副枝节2211和第二子主枝节212之间,使得三者呈弯折形状,有利于缩小副枝节221在基板110上所占的面积,进而利于地辐射天线单元200的小型化。

[0073] 在本申请另一个实施例中,匹配网络220包括电容,电容的一端与主枝节210的馈电点230电性连接,电容的另一端与参考地层120电性连接。

[0074] 本实施例提供的基于地辐射天线单元的MIMO天线,将匹配网络220设置为电容,能改善地辐射天线单元200的阻抗匹配,优化地辐射天线单元200的辐射性能,使得地辐射天线单元200的传输效率进一步提升。

[0075] 请参阅图7,为了更好地说明本申请的技术构思和效果,现对一种基于地辐射天线

单元的MIMO天线的结构进行详细说明,并对该基于地辐射天线单元的MIMO天线进行仿真模拟。该基于地辐射天线单元的MIMO天线包括介质板100和八个地辐射天线单元200。

[0076] 其中,介质板100包括基板110和设置在基板110上的参考地层120,基板110为矩形的FR4板,参考地层120为覆铜层,介质板100的长度设置为射频信号的波长的1倍,介质板100的宽度设置为射频信号的波长的1倍,介质板100的厚度设置为射频信号的波长的0.015倍。

[0077] 参考地层120上设有八个矩形的挖空槽121,每两个挖空槽121位于参考地层120的同一条边的边缘,位于参考地层120的同一条边的两个挖空槽121的相互远离的一侧的槽壁1211之间的距离为射频信号的波长的二分之一,各挖空槽121距离相邻的参考地层120的顶点的距离为射频信号的波长的四分之一。

[0078] 并且,参考地层120的边缘设有八个谐振槽122,位于参考地层120的同一条边上两个谐振槽122之间设置有两个谐振槽122,位于参考地层120的相邻的两条边且相邻设置的两个挖空槽121之间设置一个谐振槽122,各谐振槽122与相邻的挖空槽121之间的距离大于射频信号的波长的八分之一。

[0079] 请结合参阅图2,各地辐射天线单元200均包括主枝节210和匹配网络220,其中,主枝节210设于基板110上,并位于对应的挖空槽121内。主枝节210包括依次垂直连接的第一子主枝节211、第二子主枝节212和第三子主枝节213,主枝节210整体呈C形。其中,第一子主枝节211与挖空槽121靠近敞开侧的一个槽壁1211间隔设置,并与该靠近敞开侧的一个槽壁1211之间形成第一间隙1212,第三子主枝节213与挖空槽121靠近敞开侧的另一个槽壁1211间隔设置,并与该靠近敞开侧的另一个槽壁1211之间形成第二间隙1213,第二子主枝节212的两端分别连接第一子主枝节211靠近敞口的一端和第三子主枝节213靠近敞口的一端。第一子主枝节211远离第二子主枝节212的一端与参考地层120馈电连接,主枝节210的电长度小于射频信号的波长的四分之一。

[0080] 请结合参阅图2,匹配网络220设于基板110上,并位于对应的挖空槽121内。匹配网络220设置为副枝节221,副枝节221包括依次垂直连接的第一子副枝节2211、第二子副枝节2212和第三子副枝节2213,副枝节221整体呈n形。第一子副枝节2211的一端与主枝节210的馈电点230电性连接,第一子副枝节2211位于第二子主枝节212和挖空槽121朝向敞开侧的槽壁1211之间并与挖空槽121朝向敞开侧的槽壁1211之间形成第三间隙1214,第二子副枝节2212位于第一子主枝节211和第三子主枝节213之间,第三子副枝节2213位于第一子副枝节2211和第二子主枝节212之间。副枝节221的电长度小于射频信号的波长的四分之一。

[0081] 为了便于描述,定义八个地辐射天线单元200分别为地辐射天线单元201、地辐射天线单元202、地辐射天线单元203、地辐射天线单元204、地辐射天线单元205、地辐射天线单元206、地辐射天线单元207和地辐射天线单元208。

[0082] 图9示出了上述基于地辐射天线单元的MIMO天线未设置谐振槽122时,给地辐射天线单元201馈电时,MIMO天线的电流强度分布图,从参考地层120上激励起的电流强度分布图可知,地辐射天线单元202、地辐射天线单元204、地辐射天线单元207受耦合严重,地辐射天线单元203、地辐射天线单元208次之,地辐射天线单元205、地辐射天线单元206最弱,验证了图8中的情况。

[0083] 图10示出了上述基于地辐射天线单元的MIMO天线未设置谐振槽122时,给地辐射

天线单元201馈电时, MIMO天线的电场强度分布图; 图11示出了上述基于地辐射天线单元的MIMO天线未设置谐振槽122时, 给地辐射天线单元201馈电时, MIMO天线的磁场强度分布图, 从图10和图11可知, 地辐射天线单元202、地辐射天线单元204、地辐射天线单元207受耦合严重, 且主要为磁耦合。所以可以考虑从削弱磁耦合的角度对地辐射天线单元202、地辐射天线单元204、地辐射天线单元207的耦合度进行改善。

[0084] 图12示出了上述基于地辐射天线单元的MIMO天线未设置谐振槽122时, 给地辐射天线单元201馈电时, MIMO天线的各个地辐射天线单元200之间的隔离度; 可知, MIMO天线未设置谐振槽122时隔离度S₂₁较差, 仅为-7dB, S₄₁和S₇₁也未达到-20dB。

[0085] 图13示出了图7所示的基于地辐射天线单元的MIMO天线的电流强度分布图; 图14示出了图7所示的基于地辐射天线单元的MIMO天线的各个地辐射天线单元200之间的隔离度总图。

[0086] 从图14中可以看出, 本实施例提供的基于地辐射天线单元的MIMO天线, 在地辐射天线单元200之间增加谐振槽122之后, 电流流经该谐振槽122时, 谐振槽122的长度等效为电感, 谐振槽122的宽度等效为电容, 谐振槽122可构成带阻滤波电路, 有效削弱磁耦合, 使地辐射天线单元201、地辐射天线单元202、地辐射天线单元204、地辐射天线单元207之间的耦合得到很好在改善, 在MIMO天线的工作频带在2.4GHz ~ 2.5GHz范围内时, 隔离度小于-22.7dB, MIMO天线有较好的MIMO性能。

[0087] 本申请还提供一种通信设备, 通信设备包括上述基于地辐射天线单元的MIMO天线。

[0088] 具体地, 本实施例提供的通信设备可以为手机、平板、电脑、基站等设备, 本实施例对此不作唯一限定。

[0089] 由于上述通信设备采用了上述基于地辐射天线单元的MIMO天线的所有实施例, 因而至少具有上述实施例的所有有益效果, 在此不再一一赘述。

[0090] 以上所述仅为本申请的较佳实施例而已, 并不用以限制本申请, 凡在本申请的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等, 均应包含在本申请的保护范围之内。

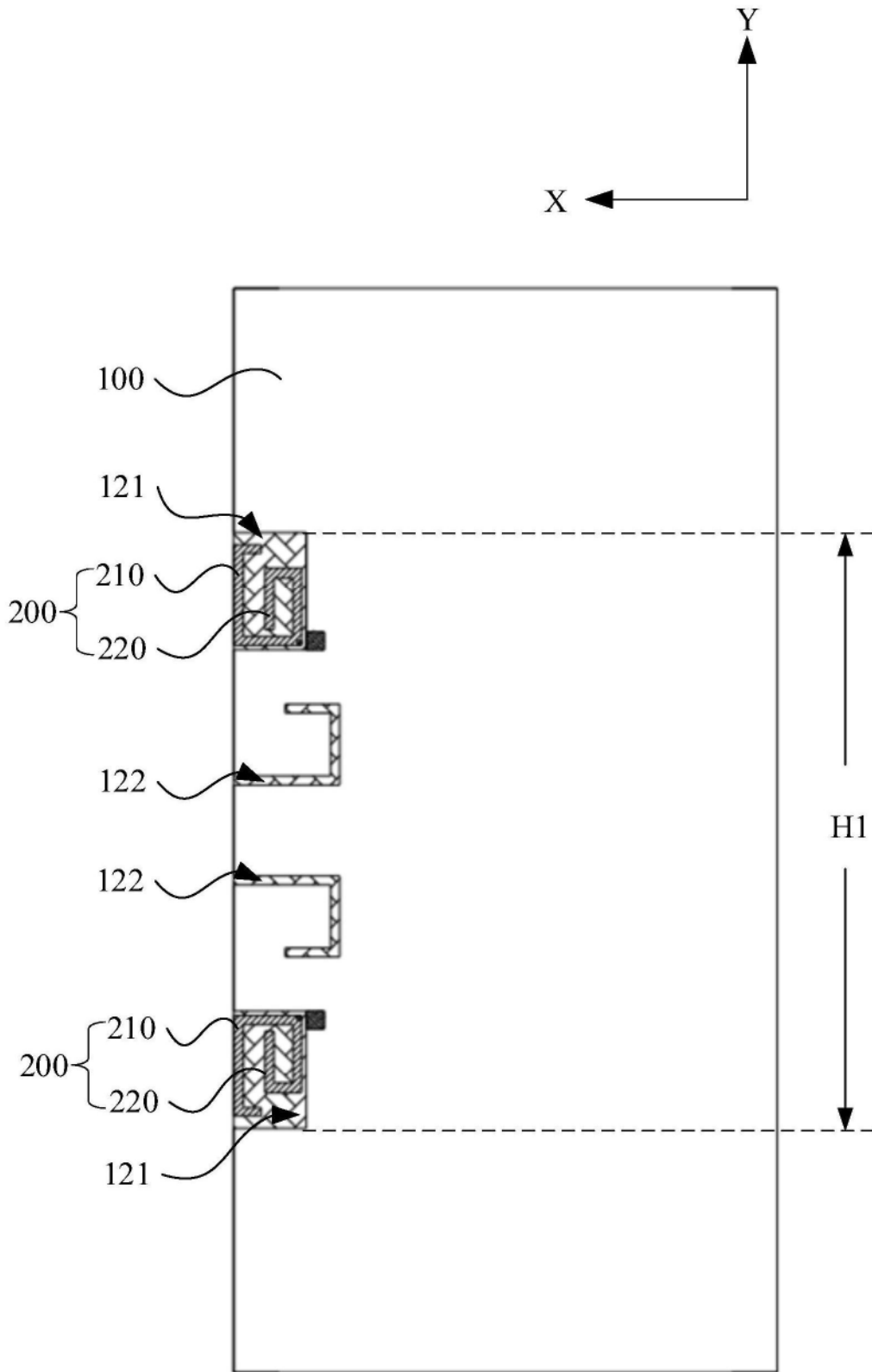


图1

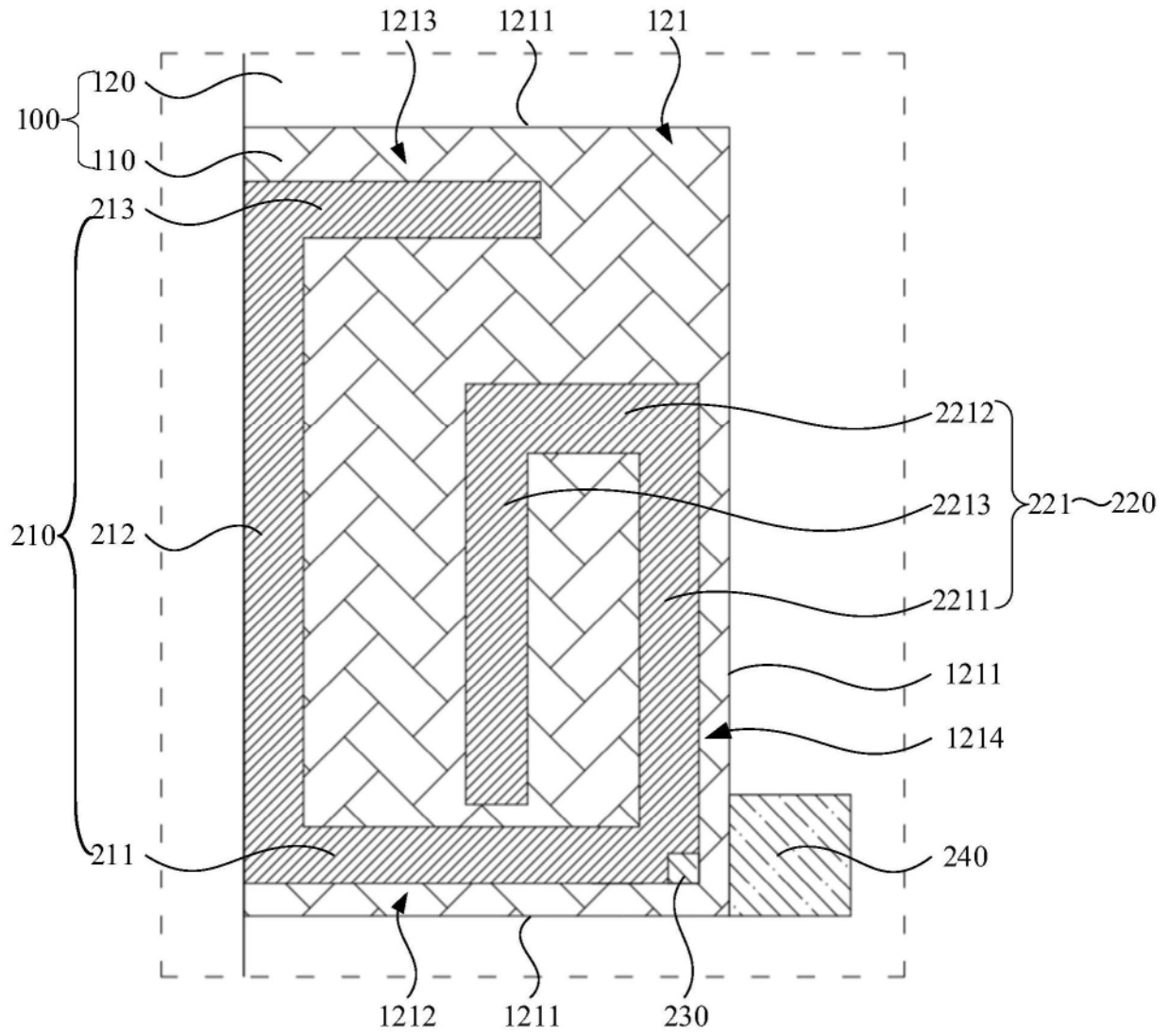


图2

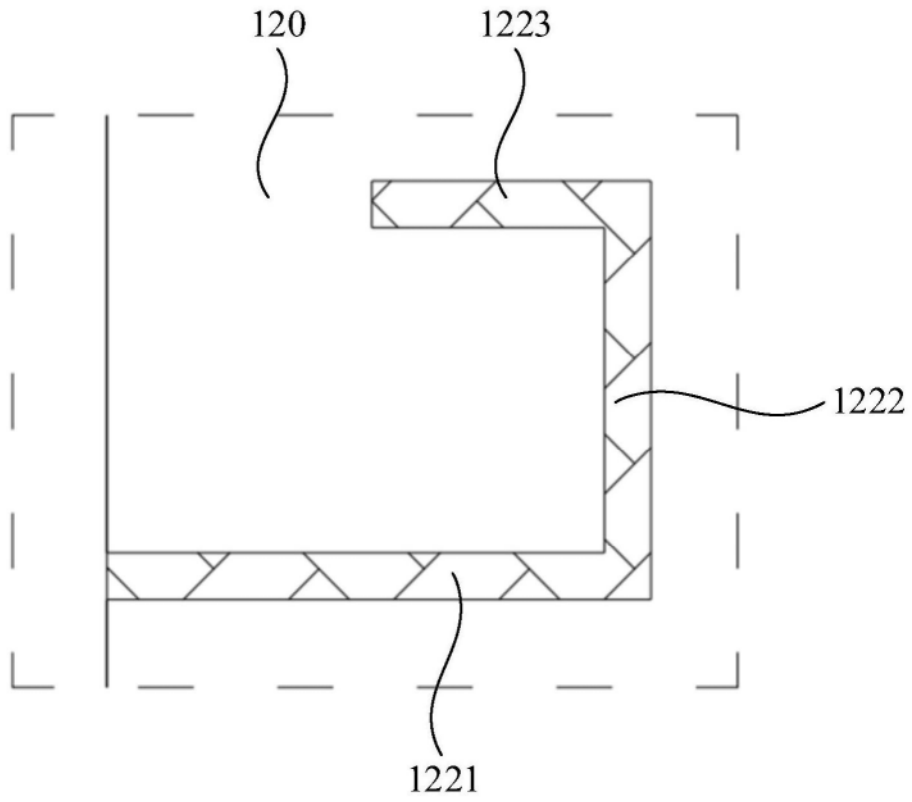


图3

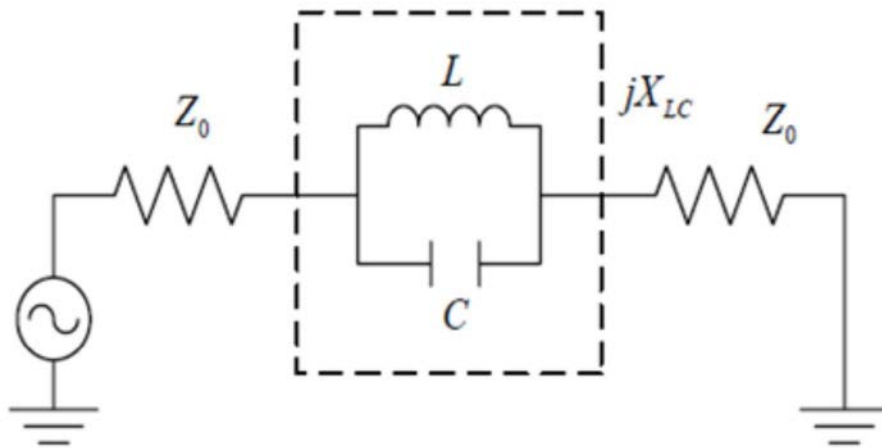


图4

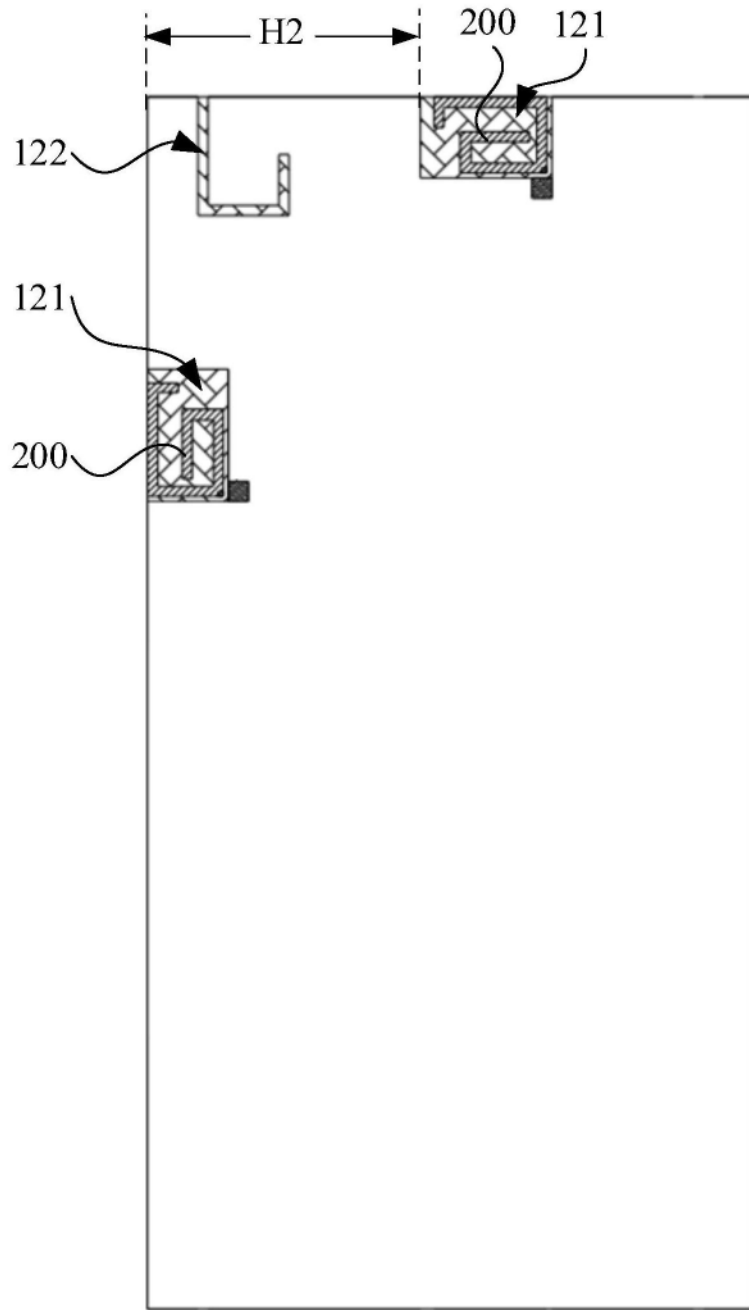


图5

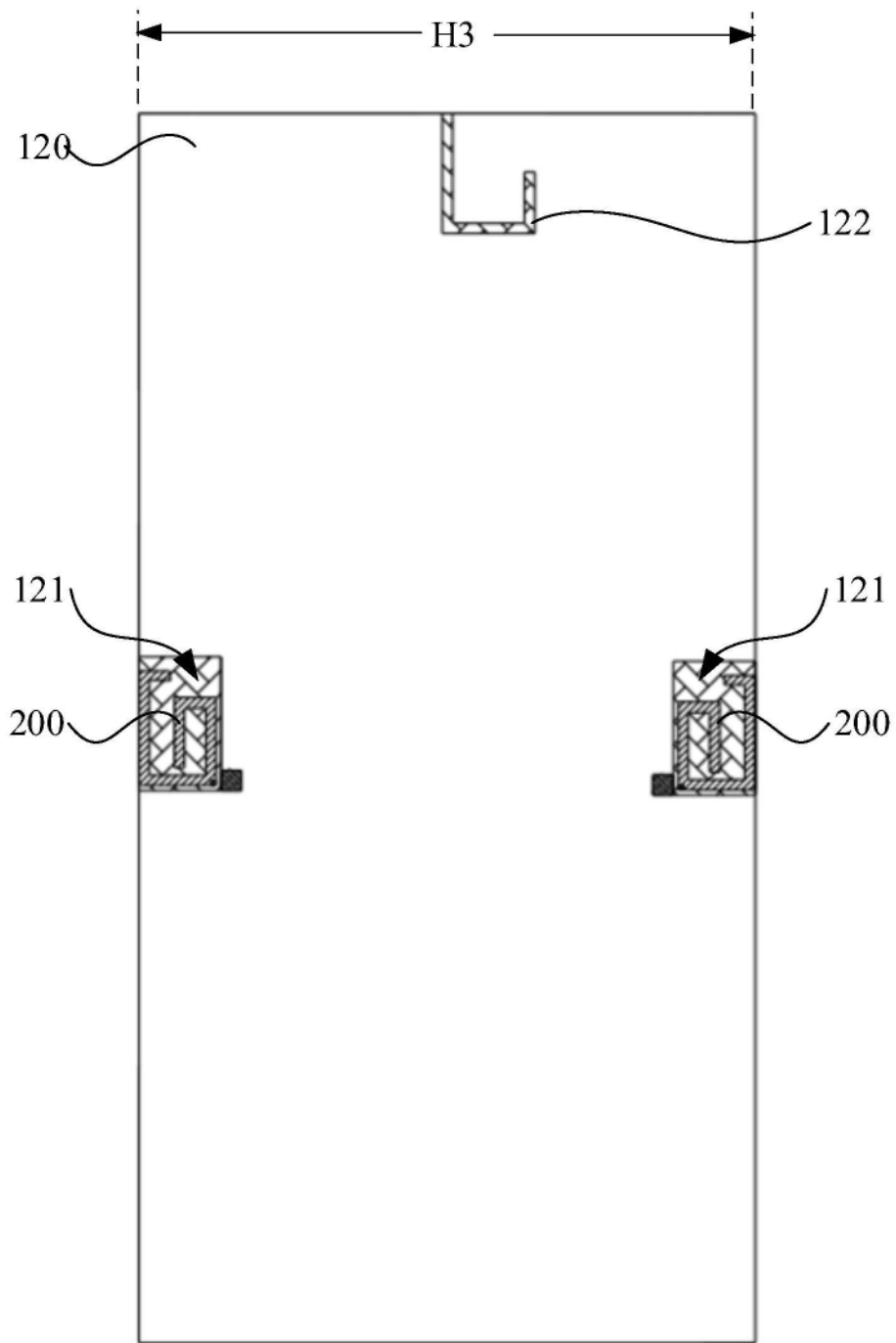


图6

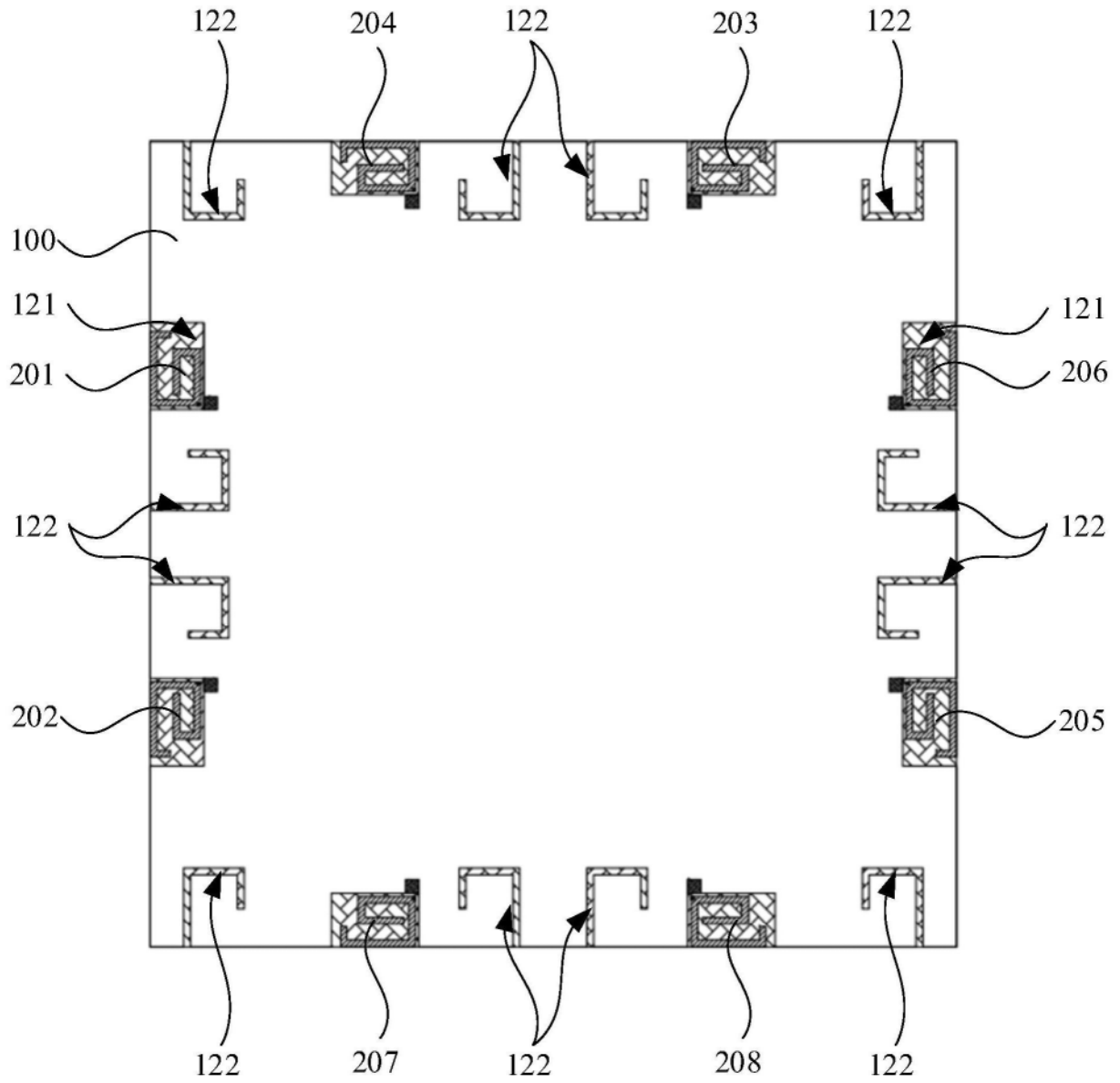


图7

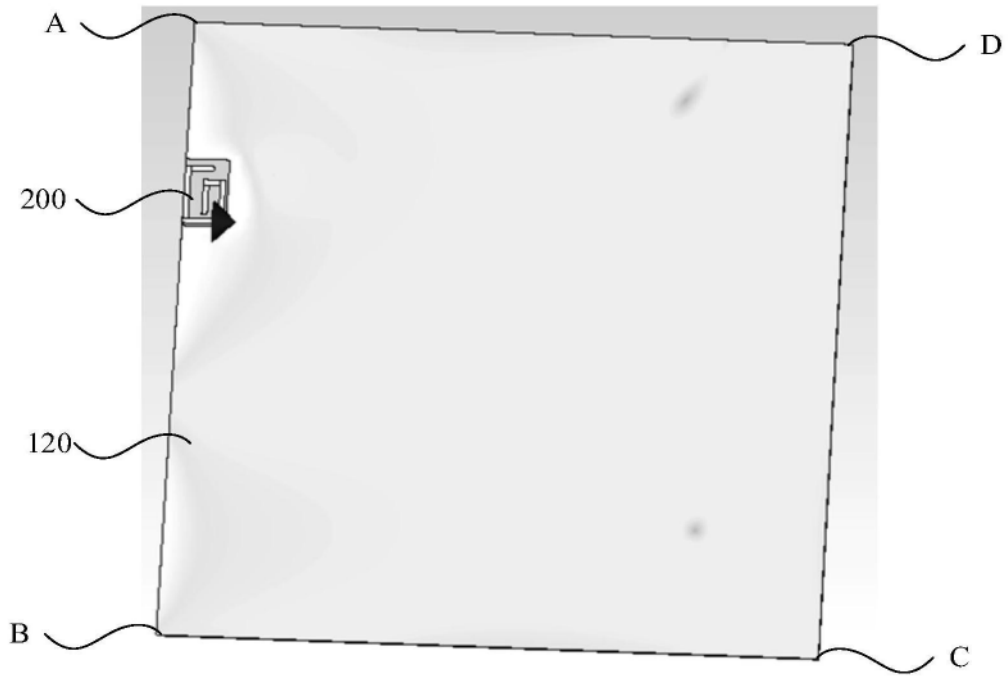


图8

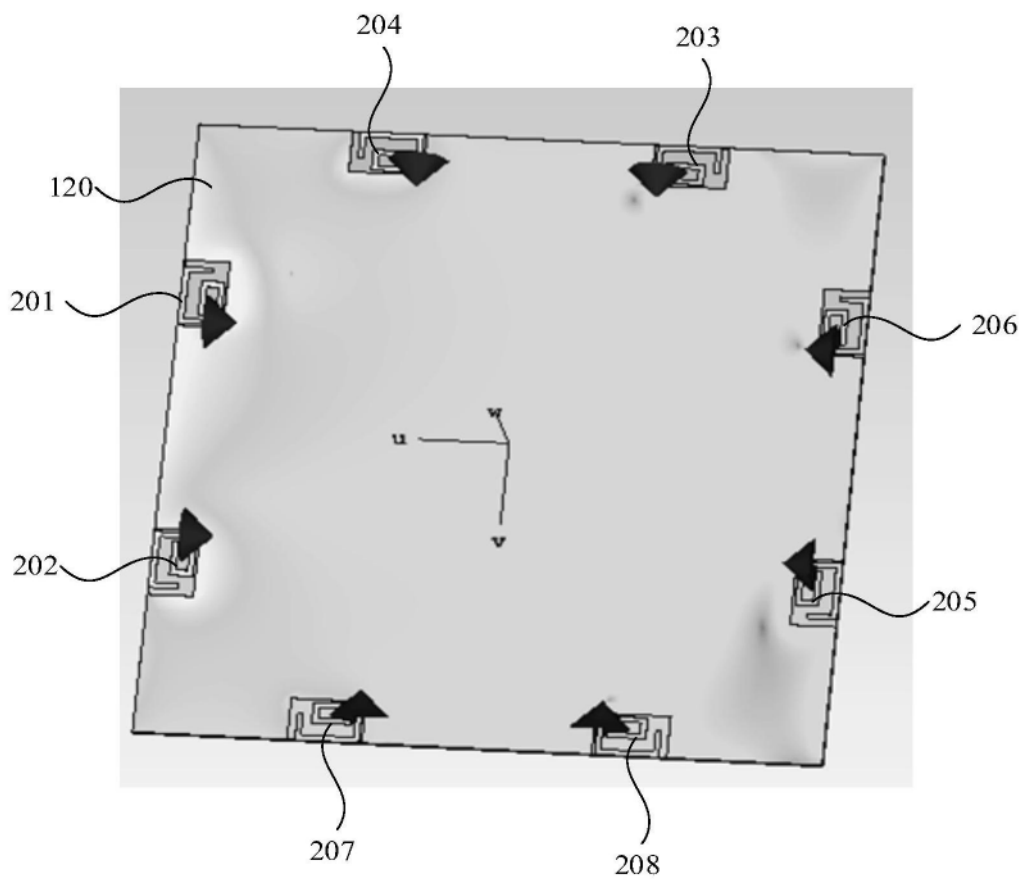


图9

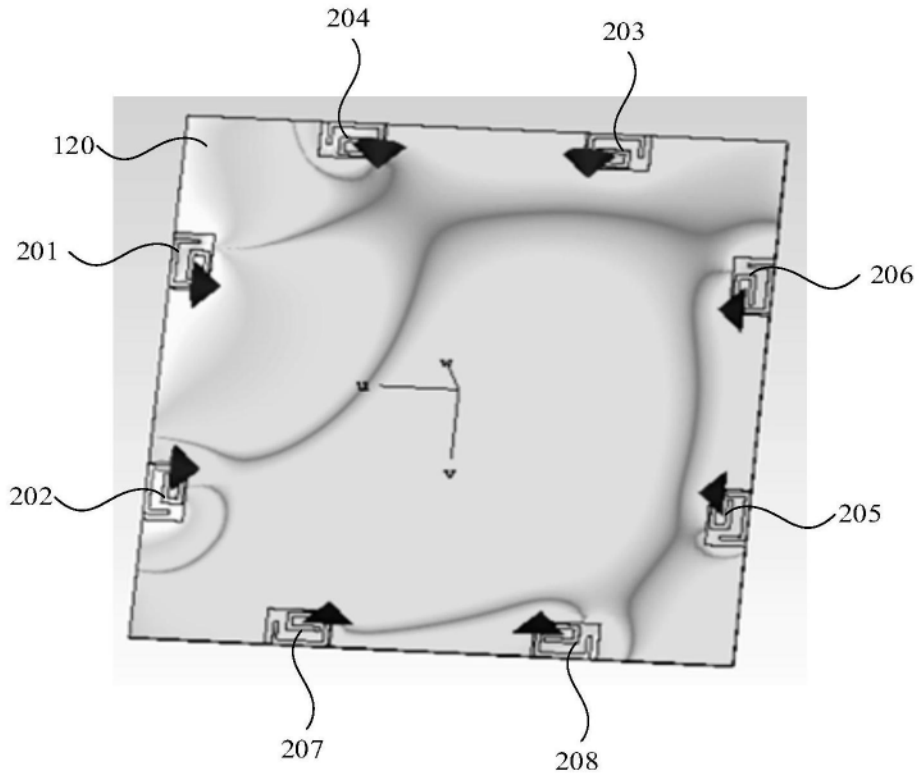


图10

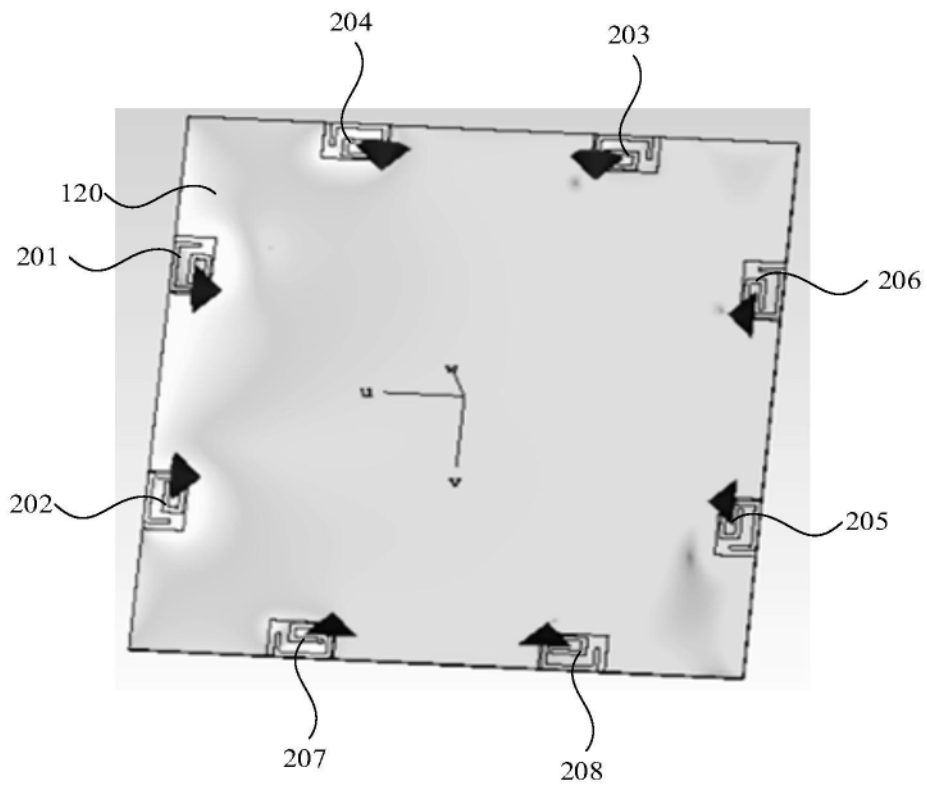


图11

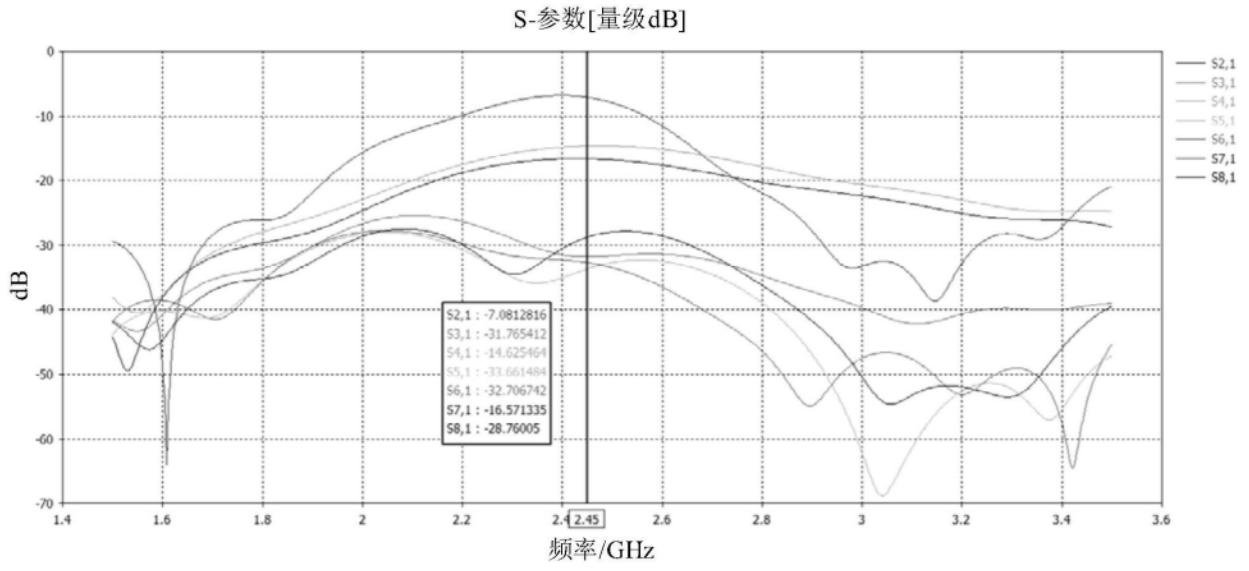


图12

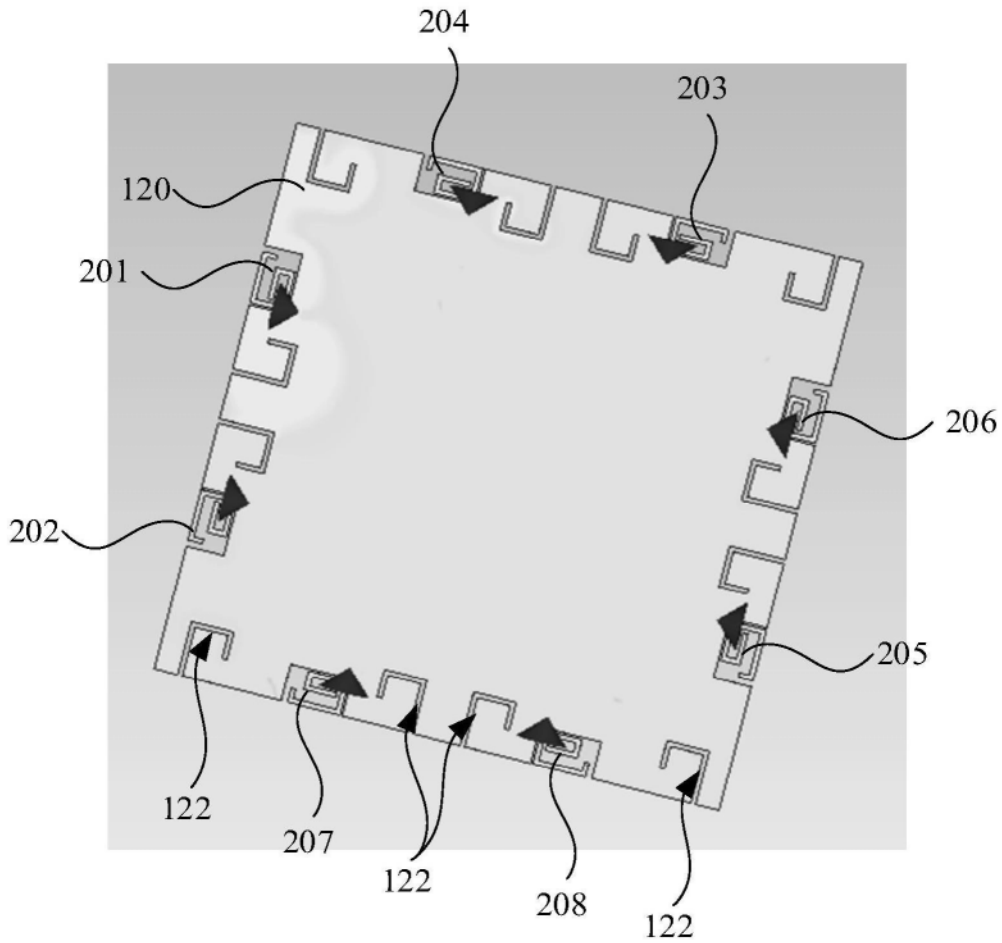


图13

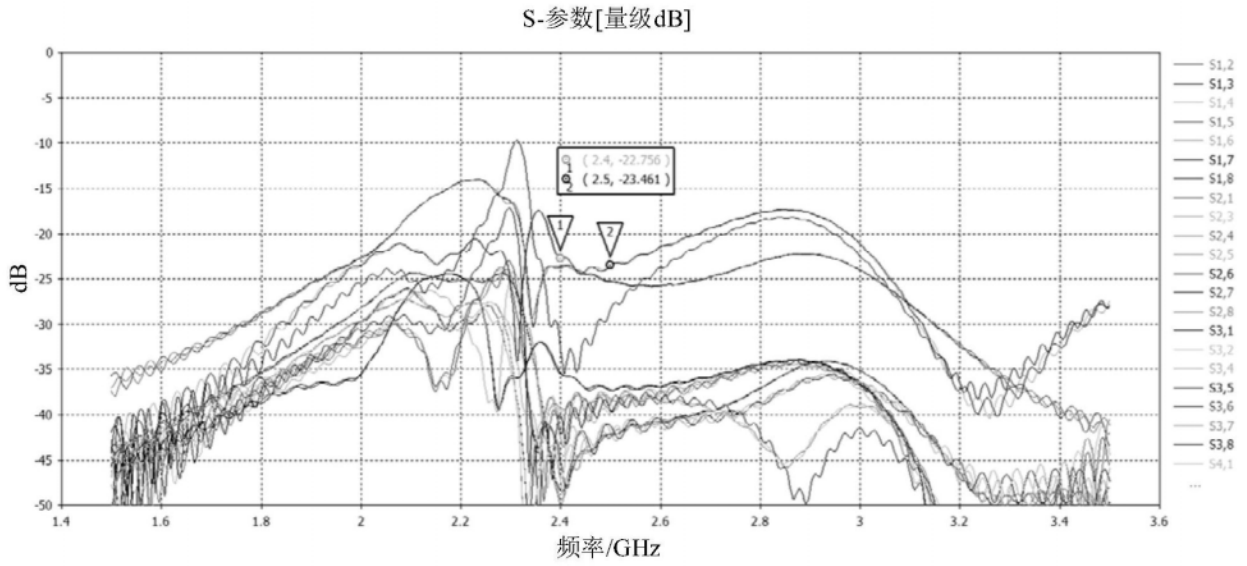


图14