



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111883938 B

(45) 授权公告日 2022.06.14

(21) 申请号 202010763547.2

H01Q 21/00 (2006.01)

(22) 申请日 2020.07.31

H01Q 1/52 (2006.01)

H01Q 1/50 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111883938 A

(56) 对比文件

(43) 申请公布日 2020.11.03

US 2020106193 A1, 2020.04.02

EP 0468413 A2, 1992.01.29

(73) 专利权人 广州程星通信科技有限公司

CN 110854544 A, 2020.02.28

KR 20190090952 A, 2019.08.05

地址 510000 广东省广州市科学城科丰路

31号华南新材料创新园G4栋502

审查员 孙佳敏

(72) 发明人 穆继芒 赖志涛

(74) 专利代理机构 广州润禾知识产权代理事务

所(普通合伙) 44446

专利代理师 林伟斌

(51) Int. Cl.

H01Q 21/20 (2006.01)

H01Q 21/06 (2006.01)

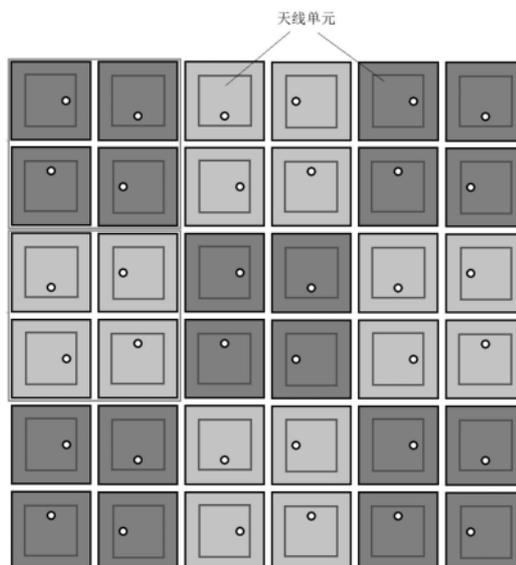
权利要求书1页 说明书5页 附图7页

(54) 发明名称

一种单馈点阵列组合相控阵天线

(57) 摘要

本发明涉及相控阵天线领域,尤其涉及一种单馈点阵列组合圆极化相控阵天线,包括:第一阵列组合,由 2×2 单馈点圆极化天线单元组成,且 2×2 单馈点圆极化天线单元绕所述第一阵列组合中心顺时针或逆时针依次旋转 0° 、 90° 、 180° 、 270° 排布;第二阵列组合,由 2×2 单馈点圆极化天线单元组成,且所述第二阵列组合由所述第一阵列组合的每个天线单元绕所述第一阵列组合中心顺时针或逆时针平移 90° 得到;所述相控阵天线由若干个所述第一阵列组合和所述第二阵列组合横纵向交错排布而成。本发明一种单馈点阵列组合圆极化相控阵天线,用于解决单馈点圆极化设计中轴比带宽窄、交叉极化辐射大等问题。



1. 一种单馈点阵列组合相控阵天线,其特征在于,包括:

第一阵列组合,由 2×2 单馈点天线单元组成,且 2×2 单馈点天线单元分别绕所述第一阵列组合中心顺时针或逆时针依次旋转 0° 、 90° 、 180° 、 270° 排布;

第二阵列组合,由 2×2 单馈点天线单元组成,且所述第二阵列组合由所述第一阵列组合的每个天线单元绕所述第一阵列组合中心顺时针或逆时针平移 90° 得到;

所述相控阵天线由若干个所述第一阵列组合和所述第二阵列组合横纵向交错排布而成。

2. 根据权利要求1所述的一种单馈点阵列组合相控阵天线,其特征在于,所述单馈点天线单元为单馈点圆极化天线单元或单馈点椭圆极化天线单元。

3. 根据权利要求1所述的一种单馈点阵列组合相控阵天线,其特征在于,所述单馈点的位置位于所述单馈点天线单元的中心处。

4. 根据权利要求1所述的一种单馈点阵列组合相控阵天线,其特征在于,所述单馈点天线单元为矩形结构,所述单馈点的位置位于矩形边上的中点。

5. 根据权利要求1所述的一种单馈点阵列组合相控阵天线,其特征在于,所述单馈点天线单元为矩形结构,所述单馈点的位置位于矩形对角线附近。

6. 根据权利要求1所述的一种单馈点阵列组合相控阵天线,其特征在于,所述单馈点天线单元间包括金属化过孔和金属微带线组成的隔离墙。

7. 根据权利要求1所述的一种单馈点阵列组合相控阵天线,其特征在于,采用8通道收发芯片与所述第一阵列组合和相邻的所述第二阵列组合的单馈点天线单元连接。

一种单馈点阵列组合相控阵天线

技术领域

[0001] 本发明涉及相控阵天线领域,更具体地,涉及一种单馈点阵列组合相控阵天线。

背景技术

[0002] 相控阵天线指的是通过控制阵列天线中辐射单元的馈电相位来改变方向图形状的天线,控制相位可以改变天线方向图最大值的指向,以达到波束扫描的目的。一般而言,相控阵天线由多个天线单元均匀顺序排列形成天线阵列。而为了高效地实现圆极化辐射波,天线单元通常采用双馈点圆极化或者单馈点圆极化设计,单馈点与双馈点相比,其优点是单馈点圆极化单元不需要移相网络或比双馈点对射频通道的需求减少一半,因此可以降低天线制造成本,但同时,单馈点圆极化或单馈点椭圆极化设计的缺点是轴比带宽窄、交叉极化辐射大、波束扫描时方向图会出现交叉极化栅瓣等。

发明内容

[0003] 本发明旨在克服上述现有技术的至少一种缺陷,提供一种单馈点阵列组合相控阵天线,用于解决单馈点圆极化设计中轴比带宽窄、交叉极化辐射大等问题。

[0004] 本发明采取的技术方案是,一种单馈点阵列组合相控阵天线,包括:

[0005] 第一阵列组合,由 2×2 单馈点天线单元组成,且 2×2 单馈点天线单元绕所述第一阵列组合中心顺时针或逆时针依次旋转 0° 、 90° 、 180° 、 270° 排布;

[0006] 第二阵列组合,由 2×2 单馈点天线单元组成,且所述第二阵列组合由所述第一阵列组合的每个天线单元绕所述第一阵列组合中心顺时针或逆时针移动 90° 得到;

[0007] 所述相控阵天线由若干个所述第一阵列组合和所述第二阵列组合横纵向交错排布而成。

[0008] 本发明一种单馈点阵列组合相控阵天线,由多个 2×2 单馈点天线单元阵列组合构成,具体是由若干个第一阵列组合和第二阵列组合进行横纵向交错排布的呈阵列规模排布的阵列天线,其中,第一阵列组合的排布规律为:第一阵列组合由 2×2 单馈点天线单元组成,且第一阵列组合中的单馈点天线单元绕第一阵列组合中心顺时针或者逆时针依次旋转 0° 、 90° 、 180° 、 270° 排布;第二阵列组合的排布规律为:第二阵列组合由 2×2 单馈点天线单元组成,且第二阵列组合中的单馈点由第一阵列组合中的四个单馈点天线单元绕第一阵列组合的中心顺时针或者逆时针移动/平移 90° 得到的,也即是说,第二阵列组合中单馈点天线单元的排布相对应第一阵列组合的排布来说,将第一阵列组合中的单馈点天线单元绕阵列组合中心顺时针或逆时针移动 90° 就能得到第二阵列组合的排布。本发明一种单馈点阵列组合相控阵天线,有效地解决了平面相控阵扫描的交叉极化栅瓣高、单馈点轴比带宽窄的问题,同时由于采用单馈点天线单元,所形成的相控阵天线阵列的布线密度较低,有利于合成网络的设计。

[0009] 进一步地,所述相控阵天线至少部分包括所述第一阵列组合和一个所述第二阵列组合。

[0010] 本发明一种单馈点阵列组合相控阵天线通过创新性的若干个第一阵列组合和第二阵列组合横纵向交错排布,使得相控阵天线获得较大的阵列轴比带宽,有效地抑制了阵列交叉极化辐射,因此对于本发明来说,相控阵天线至少部分包含横纵向交错排布的第一阵列组合和第二阵列组合,并且可以根据实际的应用需求,在以第一阵列组合和第二阵列组合的排布阵列为基础不断扩充 2×2 单馈点天线单元阵列组合或者单馈点天线单元,其中所增加的 2×2 单馈点天线单元阵列组合也可以为第一阵列组合和/或第二阵列组合,在第一阵列组合和第二阵列组合交错排布的基础上扩大相控阵天线的阵列,使得阵列可以扩展为十几或几十个单元的小阵列,也可以为数百数千甚至数万的中大规模阵列。

[0011] 进一步地,所述单馈点天线单元为单馈点圆极化天线单元或单馈点椭圆极化天线单元。

[0012] 进一步地,所述单馈点的位置位于所述单馈点天线单元的中心处。

[0013] 本发明采用单馈点圆极化天线单元或单馈点椭圆极化天线单元构成相控阵天线阵列,其发明创新点在于由两种 2×2 单馈点圆极化或椭圆极化天线单元组成的第一阵列组合和第二阵列组合,并且着重于第一阵列组合和第二阵列组合中的单馈点圆极化或椭圆极化天线单元的排布设计,而天线单元的排布设计可以体现在天线单元的馈点位置,其中,对于第一阵列组合和第二阵列组合中的单馈点化天线单元的馈点位置可以是位于天线单元的中心处,当第一阵列组合和第二阵列组合中的天线单元的馈点位置位于中心处时,每个馈点需要结合对应的匹配元件,用于与天线单元的阻抗匹配。

[0014] 进一步地,所述单馈点天线单元为矩形结构,所述单馈点的位置位于矩形边上的中点附近或靠近所述中点位置。

[0015] 进一步地,所述单馈点天线单元为矩形结构,所述单馈点的位置位于矩形对角线附近。

[0016] 本发明第一阵列组合和第二阵列组合中的单馈点天线为了实现天线圆极化或椭圆极化的效果,单馈点天线单元中的单馈点位于天线单元中的位置具有多样性,并且天线单元的形状也具有多样性。当天线单元为矩形结构,单馈点位置可以是在天线单元的边上,且可以是在天线单元边上的中点附近或者靠近中点的位置;当天线单元为矩形结构,单馈点位置可以位于矩形的对角线附近。

[0017] 进一步地,所述单馈点天线单元间包括金属化过孔和金属微带线组成的隔离墙。

[0018] 本发明相控阵天线阵列中的单馈点天线单元之间采用金属化过孔与金属微带线组成的隔离墙,可以降低单馈点天线单元之间的相互耦合,从而有利于降低阵列波束扫描时的有源驻波。同时,隔离墙也起着稳定单元波束的作用。

[0019] 进一步地,采用8通道收发芯片与所述第一阵列组合和相邻的所述第二阵列组合的单馈点天线单元连接。

[0020] 本发明采用8通道的收发芯片,每颗芯片通过微带线与8个天线单元连接,相对于双馈点单元的天线阵列,节省了约一半的接收通道和约 $1/4$ 的发送通道,有效地节约了制造成本,并且所形成的相控阵天线的布线密度较低,方便功分/合成网络的设计。

[0021] 与现有技术相比,本发明的有益效果为:本发明一种单馈点阵列组合相控阵天线,有效地解决了平面相控阵扫描的交叉极化栅瓣高、单馈点轴比带宽窄的问题,相对于双馈点单元的阵列,节省了约一半的接收通道和约 $1/4$ 的发送通道,有效地节约了制造成本,同

时由于采用单馈点天线单元,所形成的相控阵天线阵列的布线密度较低,有利于功分/合成网络的设计。

附图说明

- [0022] 图1为本发明中单馈点阵列组合相控阵天线的示意图。
- [0023] 图2为本发明中第一阵列组合天线单元的示意图。
- [0024] 图3为本发明中第一阵列组合和第二阵列组合示意图。
- [0025] 图4为本发明中单馈点天线单元的单馈点位置位于矩形对角线上的示意图。
- [0026] 图5为本发明中单馈点天线单元的单馈点位置位于天线单元中心处的示意图。
- [0027] 图6为本发明中金属化过孔与金属微带线组成的单元间隔墙示意图。
- [0028] 图7为本发明中相控阵天线的连接布线图。
- [0029] 图8为天线阵列归一化辐射方向图。其中,a图是只采用一种2*2旋转组合的阵列主极化(实线)和交叉极化(虚线)方向图,b图是本发明的两种2*2组合交叉平移设计阵列的方向图。
- [0030] 图9为本发明中天线阵列波束0度、20度、40度和60度扫描的圆极化轴比变化曲线图。
- [0031] 图10为本发明另一种单馈点阵列组合圆极化相控阵天线的示意图。

具体实施方式

[0032] 本发明附图仅用于示例性说明,不能理解为对本发明的限制。为了更好说明以下实施例,附图某些部件会有省略、放大或缩小,并不代表实际产品的尺寸;对于本领域技术人员来说,附图中某些公知结构及其说明可能省略是可以理解的。

[0033] 实施例1

[0034] 如图1所示为单馈点阵列组合相控阵天线的设计示意图,单馈点天线单元采用矩形结构,单馈点天线单元为圆极化天线单元或椭圆极化天线单元,本实施例采用单馈点圆极化天线单元进行说明,且单馈点位置位于天线单元的边上中点附近,其中相控阵天线包括第一阵列组合和第二阵列组合,所述相控阵天线由若干个所述第一阵列组合和所述第二阵列组合横纵向交错排布而成,对于第一阵列组合和第二阵列组合的排布,具体如下:

[0035] 第一阵列组合,由2×2单馈点圆极化天线单元组成,也即是图1中2×2的深灰色阵列组合(也可以为浅灰色阵列组合),且2×2单馈点圆极化天线单元分别绕第一阵列组合中心顺时针或逆时针依次旋转0°、90°、180°、270°排布;

[0036] 具体地,将相控阵天线阵列中的一个第一阵列组合单独出来分析,如图2所示,第一阵列单元包括四个单馈点圆极化天线单元,分别为1a、2a、3a、4a,第一阵列组合中心位于黑色实心中点处,第一阵列组合的天线排布规律为:选取某一天线单元,将其绕第一阵列组合中心顺时针或逆时针依次旋转0°、90°、180°、270°排布,也即是说,将天线单元1a作为当前旋转排布的起始单元,选择天线单元1a进行旋转排布时,将1a绕黑色实心中点顺时针或逆时针依次旋转0°、90°、180°、270°就能得到天线单元1a、2a、3a、4a的第一阵列组合,选择2a或者3a或者4a进行旋转得到第一阵列组合的原理相同。

[0037] 第二阵列组合,由2×2单馈点圆极化天线单元组成,也即是图1中2×2的浅灰色阵

列组合(也可以是深灰色阵列组合),且第二阵列组合由所述第一阵列组合的每个天线单元绕所述第一阵列组合中心顺时针或逆时针平移 90° 得到;

[0038] 具体地,将第一阵列组合和第二阵列组合进行单独分析,如图3所示,深灰色阵列组合为第一阵列组合,浅灰色阵列组合为第二阵列组合,第二阵列组合包括四个单馈点圆极化天线单元,分别为1b、2b、3b、4b,第二阵列组合的天线排布规律为:第二阵列组合由第一阵列组合的天线单元绕第一阵列组合中心顺时针或逆时针平移 90° 得到,也即是说,将第一阵列组合中的天线单元1a、2a、3a、4a绕黑色实心中点逆时针移动 90° ,相当于将天线单元1a平移到天线单元4a处,将2a平移到1a处,将3a平移到2a处,将4a平移到3a处,通过移动第一阵列组合中的四个天线单元就能得到第二阵列组合中的1b、2b、3b、4b(若浅灰色阵列组合为第一阵列组合,深灰色阵列组合为第二阵列,则对应移动第一阵列组合中的天线单元绕黑色实心中点顺时针移动 90° 即能得到第二阵列组合)。

[0039] 在另一个可选实施方式中,如图4所示,所述单馈点圆极化天线单元为矩形结构,所述单馈点的位置可以位于矩形对角线上,其第一阵列组合和第二阵列组合的排布规律与上述实施例相同,且相控阵天线阵列的排布规律也相同,在此不作重复说明。

[0040] 对于另外一种可选的实施方式,如图5所示,所述单馈点的位置位于所述单馈点圆极化天线单元的中心处,其第一阵列组合和第二阵列组合以及整个相控阵天线阵列的排布都与上述实施例规律相同,对于单馈点圆极化天线单元的排布规律不作重复说明。对于馈点位置位于天线单元的中心的情况,需要在中心处采用匹配元件或者匹配网络与馈点结合使用。

[0041] 如图6所示为金属化过孔与金属微带线组成的单元隔离墙,金属化过孔是指在双面板和多层板中,为连通各层之间的印刷导线,在各层需要连通的导线交汇处钻上一个公共孔,在工艺上,过孔的孔壁圆柱面上用化学沉积的方法镀上一层金属,用以连通中间各层需要连通的铜箔;本实施例中的相控阵天线阵列,是由多个单馈点圆极化天线单元构成的天线阵列板,各个天线单元之间采用隔离墙隔离开来,并且隔离墙采用金属化过孔和金属微带线进行连通,降低了天线单元之间的相互耦合,从而有利于降低阵列波束扫描时的有源驻波。

[0042] 如图7所示为天线的连接布线图,具体连接关系为8通道收发芯片与所述第一阵列组合和相邻的所述第二阵列组合的单馈点圆极化天线单元通过微带线进行连接,每颗芯片通过微带线与8个天线单元连接,相对于双馈点天线单元的阵列,本实施例节省了约一半的接收通道和约 $1/4$ 的发送通道,有效地节约了制造成本,并且设计的连接布线图使得相控阵天线阵列的布线密度较低,有利于功分/合成网络的设计。

[0043] 针对本发明实施例的技术方案所解决的技术问题得到的技术效果,本实施例分别对交叉极化辐射和轴比带宽进行测试分析,

[0044] 首先对交叉极化辐射问题进行测试分析,其结果展示如图8所示:

[0045] 将只采用一种 2×2 旋转组合单馈点圆极化阵列作为本发明实施例两种具有一定排布规律的 2×2 单馈点圆极化阵列组合的对照组,其中,a图为只采用一种 2×2 旋转阵列组合的阵列主极化(实线)和交叉极化(虚线)方向图,b图为本发明实施例两种 2×2 阵列组合的阵列主极化(实线)和交叉极化(虚线)方向图,对两组相控阵天线阵列归一化辐射方向图中的阵列主极化和交叉极化测量结果进行对比,结果可见,b图中的交叉极化辐射得到明显

的抑制,由此可得,本发明实施例设计能够有效抑制单馈点圆极化天线单元交叉极化辐射大的作用。

[0046] 其次对轴比带宽问题进行测试分析,其结果展示如图9所示:

[0047] 采用本发明实施例中的相控阵天线阵列分别进行0度、20度、40度和60度波束扫描得到的圆极化轴比随频率的变化曲线如图9所示,由变化曲线图可见,在0~60度的扫描范围内,天线阵列圆极化轴比在27~30GHz均小于3dB,在公知常识中,圆极化天线的指标就是圆极化天线极化椭圆的长轴与短轴之比,即衡量圆极化到底有多圆用的,理想情况下为一个正圆即轴比为1(0dB),本发明实施例中天线阵列辐射具有良好的轴比和轴比带宽。

[0048] 实施例2

[0049] 如图10所示为单馈点阵列组合圆极化相控阵天线的另一种实施方式,本实施例中相控阵天线阵列由两种 2×2 单馈点圆极化天线单元阵列组合横纵向交错排布而成,也即是深灰色阵列组合和浅灰色阵列组合,其中,深灰色阵列组合中的馈点位置为左右朝向的,浅灰色阵列组合中的馈点位置为上下朝向的,但是可以看到,被黑色实线框框出来的四个 2×2 阵列组合,所形成的排布规律也与实施例中交错排布的第一阵列组合和第二阵列组合相同,也就是说,在本实施例2中,相控阵天线阵列同样包括与实施例1中相同的第一阵列组合和第二阵列组合,只不过在实施例1中,深灰色阵列组合和浅灰色阵列组合与第一阵列组合和第二阵列组合是重合的关系,在本实施例2中深灰色阵列组合和浅灰色阵列组合与第一阵列组合和第二阵列组合是部分重合的关系,这是因为天线阵列起始点不同,相控阵天线阵列就可以表现为不同的形式,但本实施例中的天线阵列仍然是由第一阵列组合和第二阵列组合横纵向交错平移扩展而成的阵列,并且只要相控阵天线阵列中包括有交叉排布的第一阵列组合和第二阵列组合,就包括在本发明的一种实施方式范围内,就能够解决单馈点圆极化天线交叉极化辐射大、轴比带宽窄的问题,因此,本实施例同样为本发明的另一种可行的实施方式。

[0050] 对于本实施例的其它实施方式与实施例1相同,在此不作重复说明。

[0051] 显然,本发明的上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明技术方案所作的举例,而并非是对本发明的具体实施方式的限定。凡在本发明权利要求书的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明权利要求书的保护范围之内。

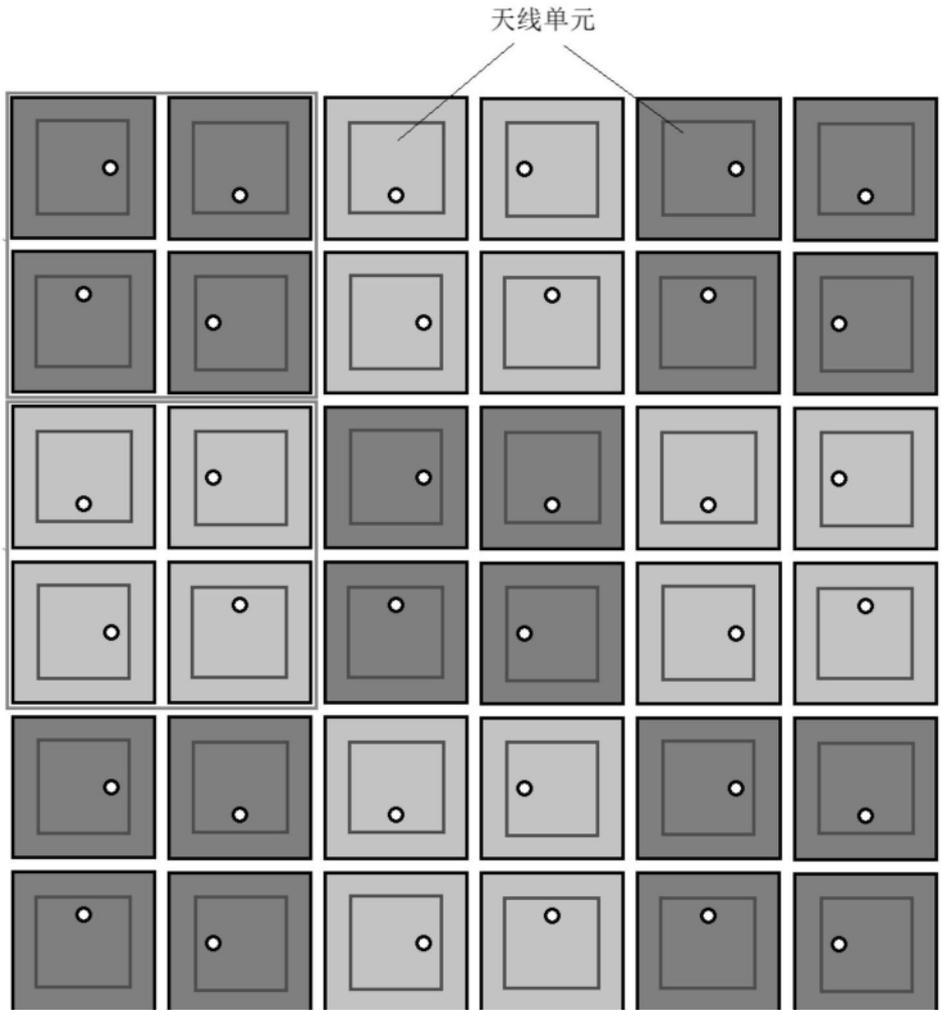


图1

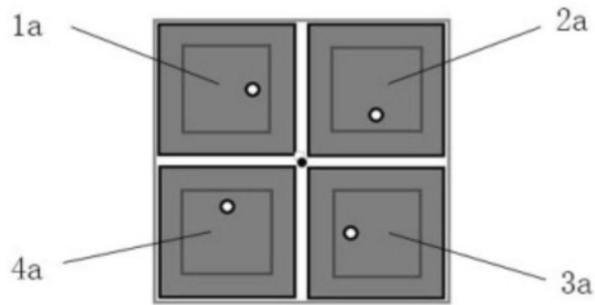


图2

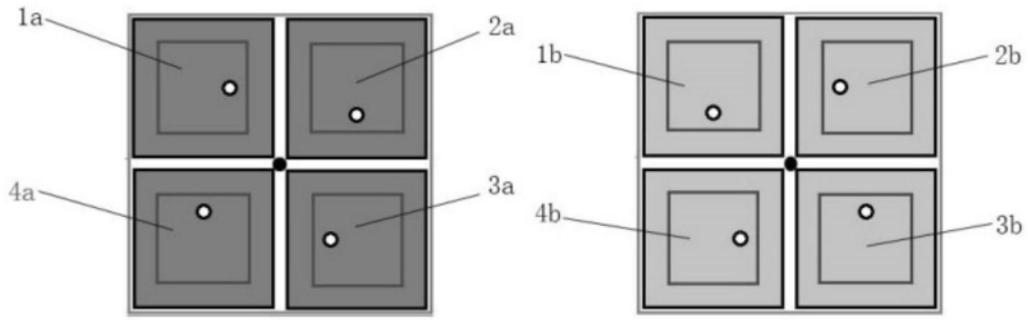


图3

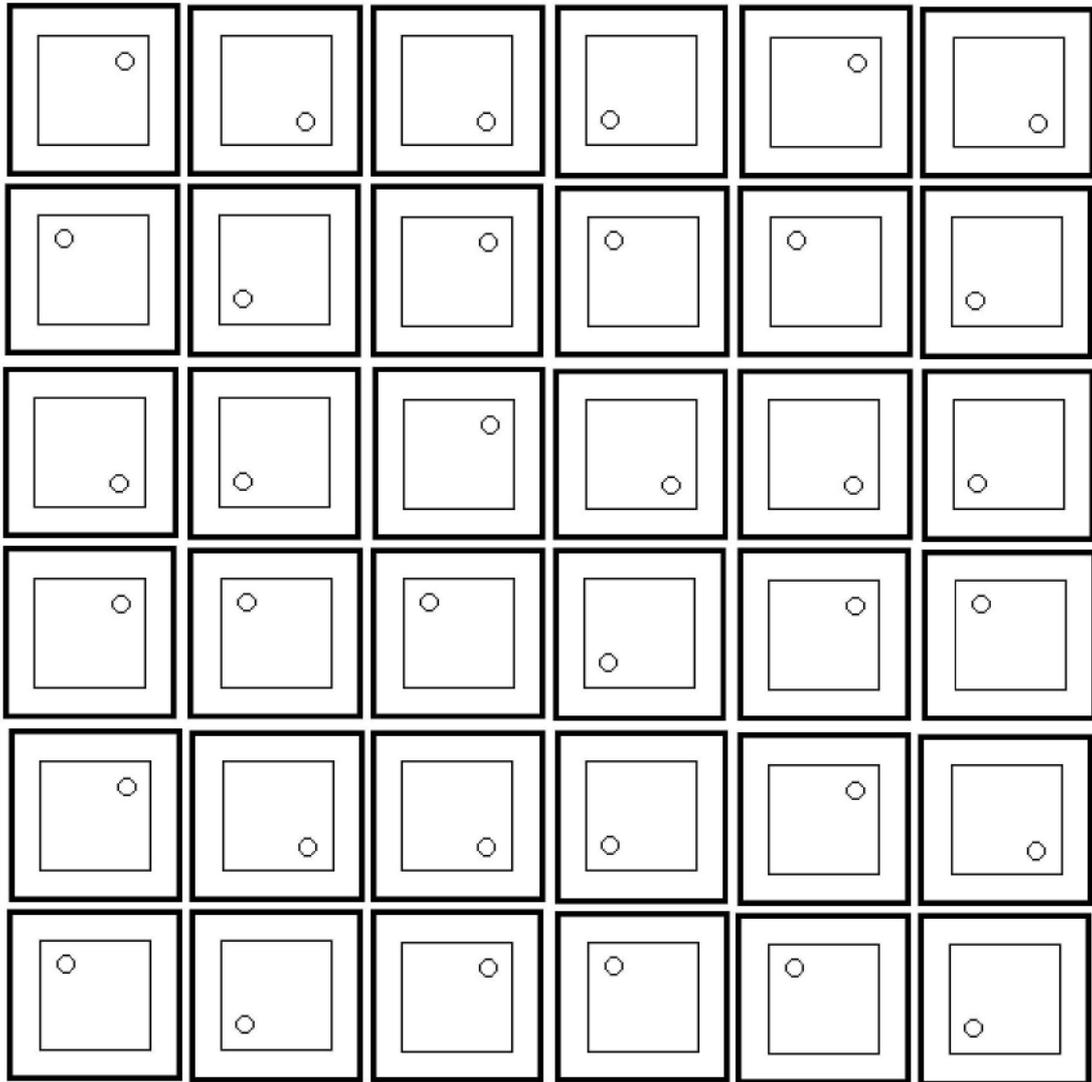


图4

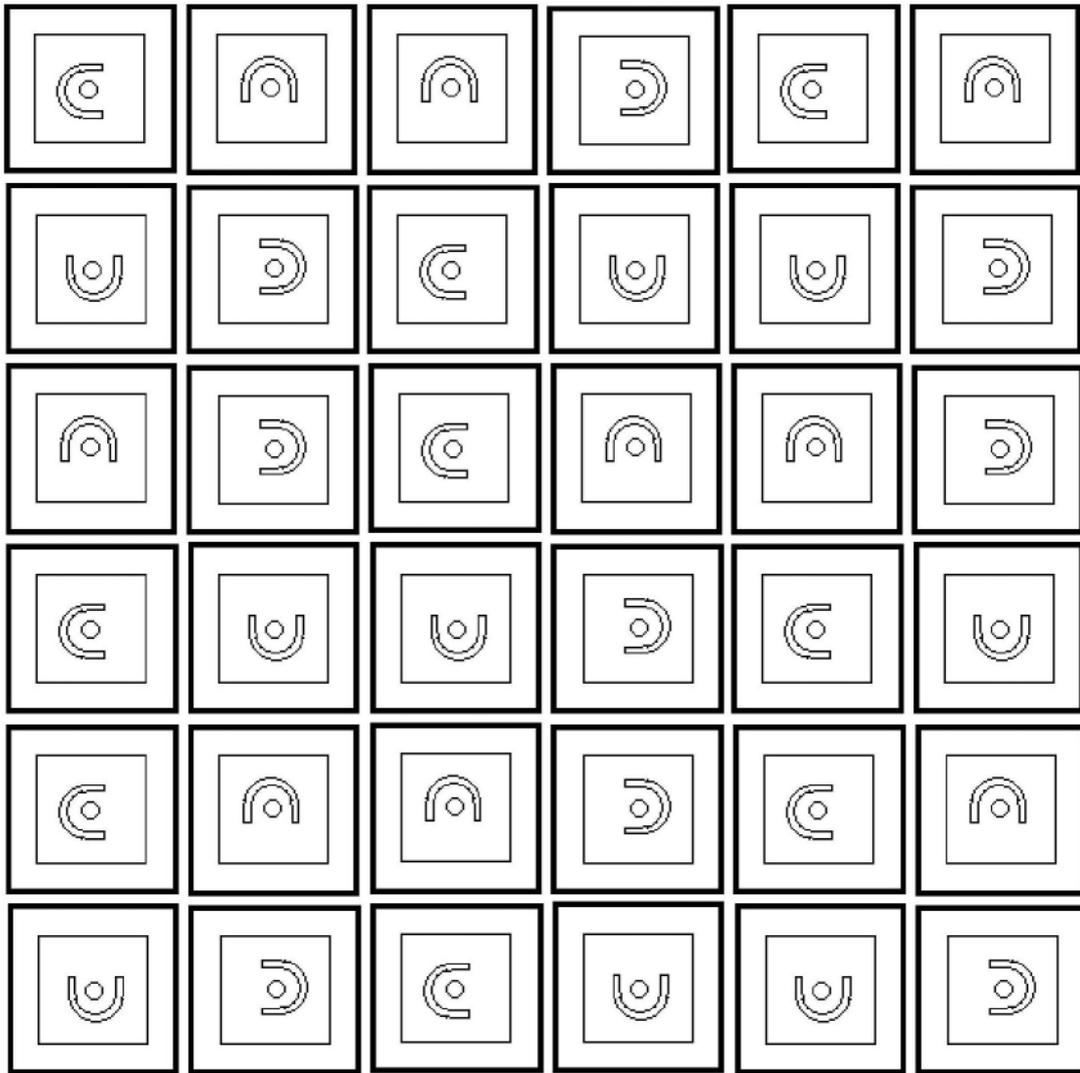


图5

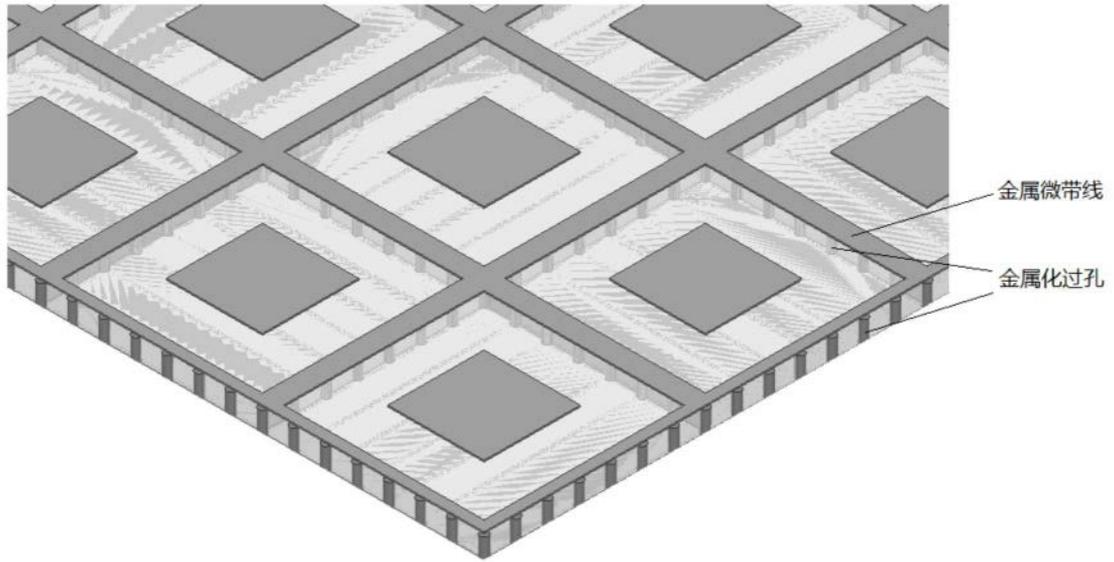


图6

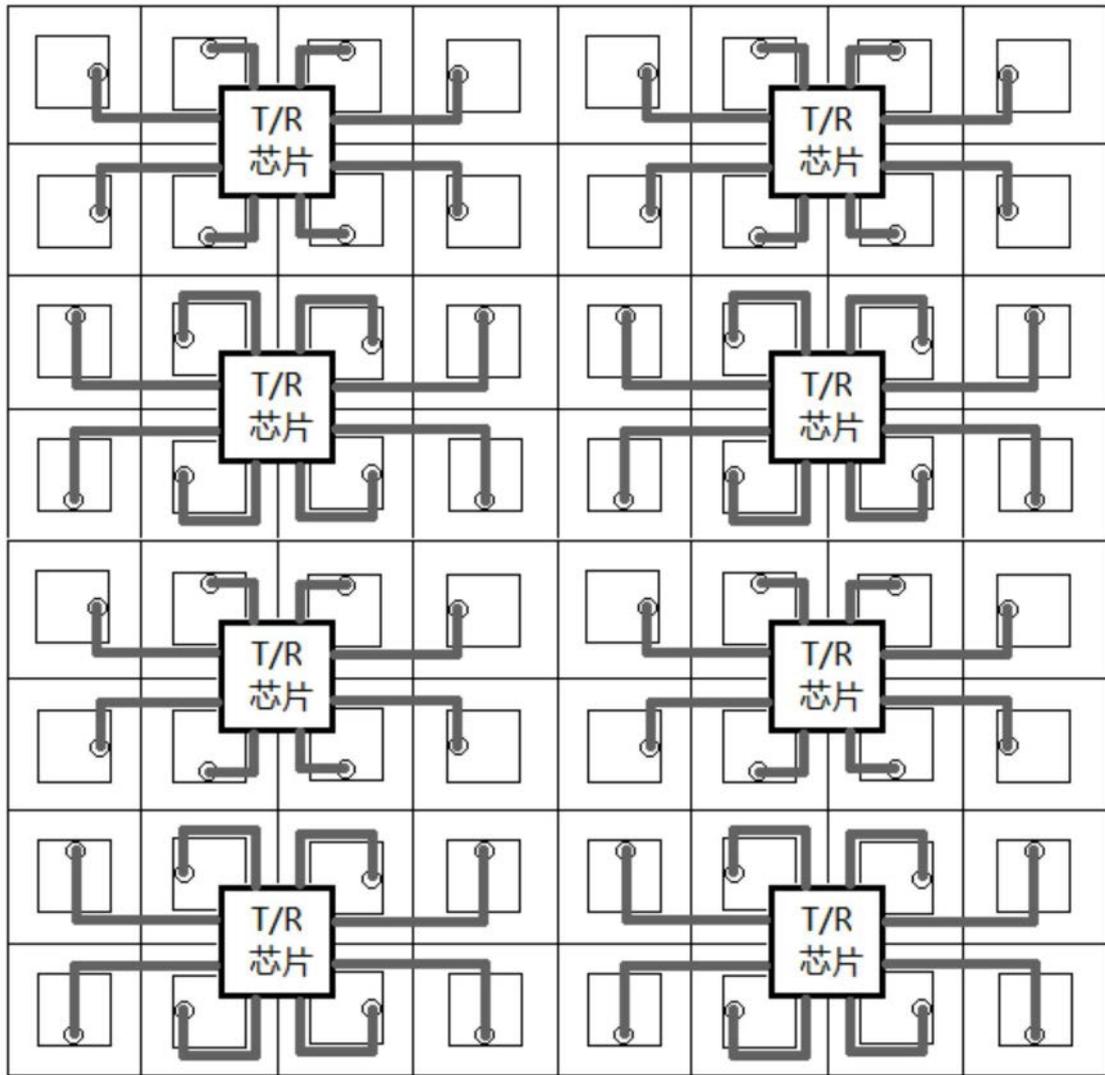


图7

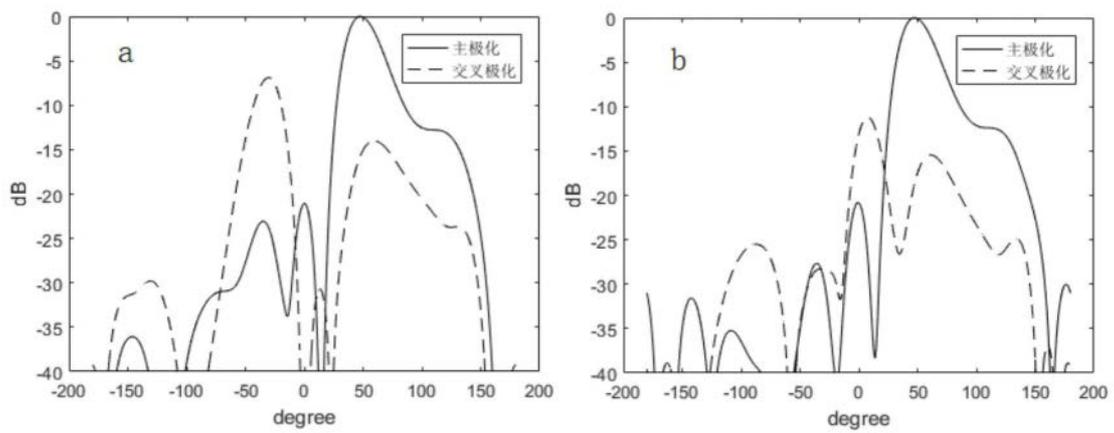


图8

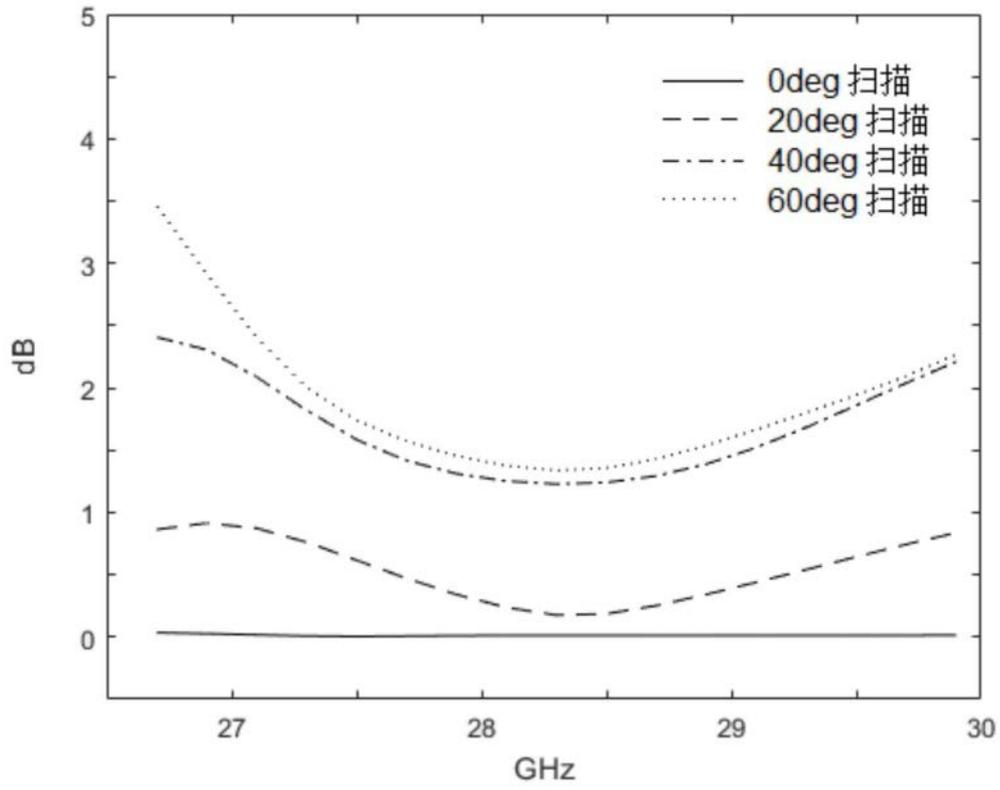


图9

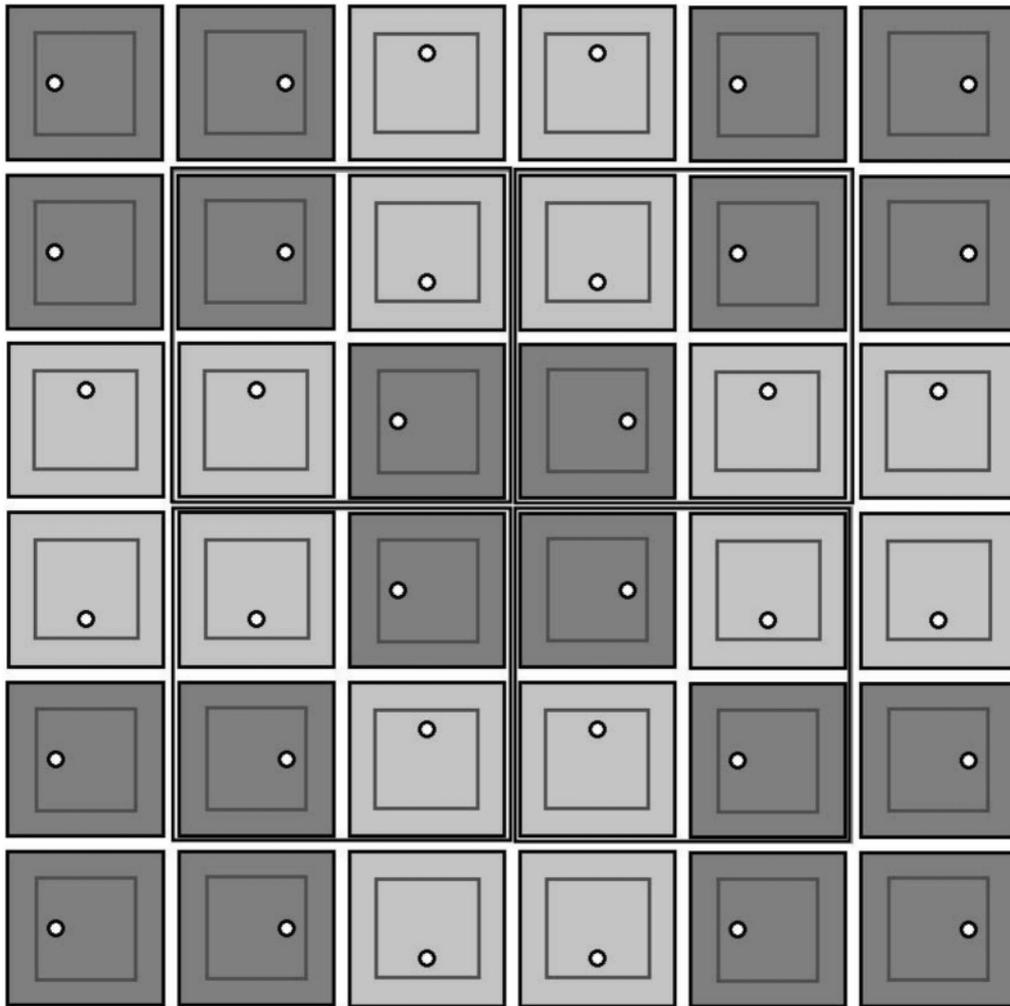


图10