



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112310628 B

(45) 授权公告日 2024. 11. 15

(21) 申请号 202011029432.7

H01Q 1/50 (2006.01)

(22) 申请日 2020.09.27

H01Q 21/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

H01Q 21/06 (2006.01)

申请公布号 CN 112310628 A

H01Q 1/28 (2006.01)

(43) 申请公布日 2021.02.02

(56) 对比文件

(73) 专利权人 三万星空(西安)信息技术有限公司

CN 108232439 A, 2018.06.29

CN 213212372 U, 2021.05.14

地址 710038 陕西省西安市高新区丈八街办高新二路9号千人楼蒜泥空间230室

审查员 孙文

(72) 发明人 杨大慰 李瑞岚 程通

(74) 专利代理机构 西安智萃知识产权代理有限公司 61221

专利代理师 方力平

(51) Int. Cl.

H01Q 1/38 (2006.01)

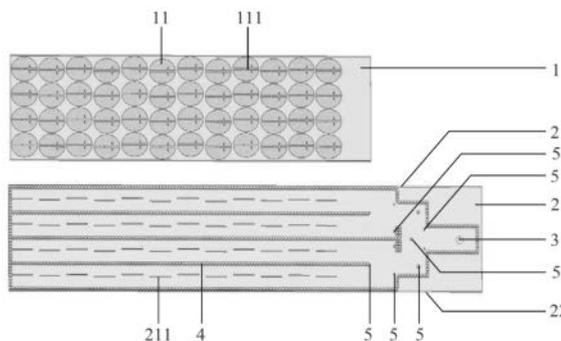
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

一种基片集成波导缝隙馈电微带阵列天线

(57) 摘要

本发明公开了一种基片集成波导缝隙馈电微带阵列天线,包括上介质基板和下介质基板,所述上介质基板位于下介质基板左侧正上方,并与下介质基板相接;其中,上介质基板的上表面印有4×12个周期排列的圆形辐射贴片,每个圆形辐射贴片上均设置有长短不一的十字型槽;下介质基板为基片集成波导缝隙阵列,其上下表面均印刷良导体,上表面开设有与十字型槽一一对应的缝隙,中间开设有多个金属化通孔及同轴馈电端口;另外上、下介质基板的介电常数不同。本发明阵列天线结构紧凑,设计合理,具有高馈电性能,高增益及小型化等特点,可用于多旋翼无人机平台的避障毫米波雷达。



1. 一种基片集成波导缝隙馈电微带阵列天线,其特征在於:包括上介质基板(1)和下介质基板(2),所述上介质基板(1)位于下介质基板(2)左侧正上方、并与下介质基板(2)相接;

其中,所述上介质基板(1)的上表面印有 4×12 个周期排列的圆形辐射贴片(11),每个所述圆形辐射贴片(11)上均设置有长短不一的十字型槽(111);

所述下介质基板(2)为基片集成波导缝隙阵列,所述下介质基板(2)的上表面(21)和下表面(22)均印刷有良导体,所述上表面(21)开设有与十字型槽(111)一一对应的缝隙(211),每个所述缝隙(211)的中心垂线与圆形辐射贴片(11)的中心垂线重合,所述下介质基板(2)开设有多个第一金属化通孔(4)和第二金属化通孔(5)将上表面(21)和下表面(22)连接,所述第一金属化通孔(4)分别等距设置于下介质基板(2)的周边、缝隙(211)阵列的两侧以及呈两列分布于下介质基板(2)右侧内部,所述第二金属化通孔(5)设置于下介质基板(2)的右侧,并与分布在下介质基板(2)右侧内部两列的第一金属化通孔(4)构成一分四路功分器;

所述下介质基板(2)右侧开设有同轴馈电端口(3),所述同轴馈电端口(3)用于馈电;

所述上介质基板(1)的介电常数大于下介质基板(2)的介电常数;

所述十字型槽(111)由长槽(1111)和短槽(1112)组成,所述短槽(1112)与长槽(1111)垂直且沿长槽中心对称设置,所述圆形辐射贴片(11)通过长槽(1111)将其分为相同的两个半圆形辐射贴片,所述两个半圆形辐射贴片通过窄传输线(112)连接,所述窄传输线(112)与短槽(1112)分布于圆形辐射贴片(11)圆心的两侧;

所述圆形辐射贴片(11)的半径 r 为3mm,所述窄传输线(112)的中心与圆形辐射贴片(11)的圆心距离为0.62mm,所述窄传输线(112)的中心与十字型槽(111)长槽(1111)和短槽(1112)的交叉中心距离为1.13mm。

2. 根据权利要求1所述的一种基片集成波导缝隙馈电微带阵列天线,其特征在於:所述上介质基板(1)材料为Arlon AD350A,长度为80.5mm,宽度为24.8mm,厚度为0.3mm。

3. 根据权利要求2所述的一种基片集成波导缝隙馈电微带阵列天线,其特征在於:所述下介质基板(2)材料为Rogors5880,长度为105.7mm,宽度为24.8mm,厚度为0.503mm。

4. 根据权利要求3所述的一种基片集成波导缝隙馈电微带阵列天线,其特征在於:每个所述缝隙(211)的尺寸为 $a_x \times a_y$,其中 $4.6\text{mm} \leq a_x \leq 4.74\text{mm}$, $a_y = 0.2\text{mm}$;

缝隙(211)偏置量为 y , $0.085\text{mm} \leq y \leq 0.32\text{mm}$,相邻两个缝隙(211)中心之间的距离为半波长,波导末端最后一个缝隙(211)中心距离波导的短路壁中心为四分之一波长。

5. 根据权利要求4所述的一种基片集成波导缝隙馈电微带阵列天线,其特征在於:所述第一金属化通孔(4)的直径 d 为0.6mm,同一排相邻第一金属化通孔(4)之间的距离 S_x 为0.1mm,两排第一金属化通孔(4)之间的距离 a 为5.4mm。

一种基片集成波导缝隙馈电微带阵列天线

技术领域

[0001] 本发明属于天线技术领域,具体涉及一种基片集成波导缝隙馈电微带阵列天线,可用于多旋翼无人机平台的避障毫米波雷达。

背景技术

[0002] 随着无人机技术的发展,多旋翼无人机在社会生活中有了越来越多的应用。复杂的工作环境对多旋翼无人机平台搭载的天线形式和性能提出了越来越高的要求。多旋翼无人机平台工作时受风的影响较大,并且搭载空间有限,因此天线需要结构紧凑、低剖面、轻量化、易集成及高增益等特点。多旋翼无人机避障雷达天线保证了多旋翼无人机工作时的安全,进一步拓展了多旋翼无人机平台的应用范围。因此,开展多旋翼无人机通信和避障雷达天线的研究具有重要的意义。

[0003] 大型多旋翼无人机在执行任务时面临的一个问题是多旋翼无人机的飞行路线常常会经过复杂的地形如建筑、树木、电线等,执行任务时多旋翼无人机距离地面控制人员较远或是要经过控制人员不易到达的地方,这种情况下因为超出控制人员的视距而不能准确判断多旋翼无人机飞行是否安全,造成了很多的安全隐患。因此主动发现飞行途中的障碍物并把信息传递给地面控制站来及时调整飞行参数对多旋翼无人机的飞行安全意义重大。现有的避障技术有超声波避障、红外避障等。以上避障技术应用在多旋翼无人机平台上时有很多限制。基于对现有避障技术的对比研究发现,毫米波雷达具有体积小、易集成、分辨率高、抗干扰能力强、全天候工作能力强的优点,可以很好的弥补超声避障、红外避障等避障技术的不足,因此毫米波雷达避障技术适合应用于多旋翼无人机避障。

[0004] 如文献《Design of 77 GHz Narrow Beamwidth Antenna for UAVs Obstacle Avoidance Radar》提出了使用微带印刷的准八木天线阵列作为毫米波避障雷达天线,文献《3D-Sensing MIMO Radar for UAV Formation Flight and Obstacle Avoidance》提出了一款应用在无人机上的避障雷达,该雷达的天线采用传统的微带天线串馈阵列,但是现有技术针对毫米波雷达天线使用微带串馈天线阵列造成传输线上的寄生辐射和能量泄露问题,影响天线增益。

[0005] 有鉴于此,本发明人设计出一种基片集成波导缝隙馈电微带阵列天线,以解决上述技术问题。

发明内容

[0006] 为了解决现有技术中存在的上述问题,本发明目的在于提供了一种基片集成波导缝隙馈电微带阵列天线,其采用基片集成波导缝隙阵列作为圆形微带贴片馈电减小了馈线上的能量损失,在此基础上,通过使用上下两层介电常数不同的介质基板来设计阵列,在驻波缝隙阵的基础上适当减小馈电缝隙间距在保证天线的辐射性能的同时使天线结构更加紧凑,通过加载匹配缝隙并优化微带连接线位置来提高天线增益。

[0007] 本发明要解决的技术问题通过以下技术方案实现:一种基片集成波导缝隙馈电微

带阵列天线,包括包括上介质基板和下介质基板,所述上介质基板位于下介质基板左侧正上方、并与下介质基板相接;

[0008] 其中,所述上介质基板的上表面印有 4×12 个周期排列的圆形辐射贴片,每个所述圆形辐射贴片上均设置有长短不一的十字型槽;

[0009] 所述下介质基板为基片集成波导缝隙阵列,所述下介质基板的上表面和下表面均印刷有良导体,所述上表面开设有与十字型槽一一对应的缝隙,每个所述缝隙的中心垂线与圆形辐射贴片的中心垂线重合,所述下介质基板开设有多个第一金属化通孔和第二金属化通孔将上表面和下表面连接,所述第一金属化通孔分别等距设置于下介质基板的周边、缝隙阵列的两侧以及呈两列分布于下介质基板右侧内部,所述第二金属化通孔设置于下介质基板的右侧,并与分布在下介质基板右侧内部两列的第一金属化通孔构成一分四路功分器;

[0010] 所述下介质基板右侧开设有同轴馈电端口,所述同轴馈电端口用于馈电。

[0011] 进一步地,所述上介质基板的介电常数大于下介质基板的介电常数。

[0012] 进一步地,所述上介质基板材料为Arlon AD350A,长度为80.5mm,宽度为24.8mm,厚度为0.3mm。

[0013] 进一步地,所述下介质基板材料为Rogors5880,长度为105.7mm,宽度为24.8mm,厚度为0.503mm。

[0014] 进一步地,所述十字型槽由长槽和短槽组成,所述短槽与长槽垂直且沿长槽中心对称设置,所述圆形辐射贴片通过长槽将其分为相同的两个半圆形辐射贴片,所述两个半圆形辐射贴片通过窄传输线连接,所述窄传输线与短槽分布于圆形辐射贴片圆心的两侧。

[0015] 进一步地,所述圆形辐射贴片的半径 r 为3mm,所述窄传输线的中心与圆形辐射贴片的圆心距离为0.62mm,所述窄传输线的中心与十字型槽长槽和短槽的交叉中心距离为1.13mm。

[0016] 进一步地,每个所述缝隙的尺寸为 $a_x \times a_y$,其中 $4.6\text{mm} \leq a_x \leq 4.74\text{mm}$, $a_y = 0.2\text{mm}$;

[0017] 缝隙偏置量为 y , $0.085\text{mm} \leq y \leq 0.32\text{mm}$,相邻两个缝隙中心之间的距离为半波长,波导末端最后一个缝隙中心距离波导的短路壁中心为四分之一波长。

[0018] 进一步地,所述第一金属化通孔的直径 d 为0.6mm,同一排相邻第一金属化通孔之间的距离 S_x 为0.1mm,两排第一金属化通孔之间的距离 a 为5.4mm。

[0019] 与现有技术相比,本发明的有益效果:

[0020] 1、本发明一种基片集成波导缝隙馈电微带阵列天线,使用基片集成波导缝隙对上表面的圆形辐射贴片进行耦合馈电,具有低损耗、高品质因数、低剖面等特点,相比于现有技术中毫米波雷达使用的微带串馈天线阵列技术,减少了寄生辐射和能量的泄露。

[0021] 2、本发明一种基片集成波导缝隙馈电微带阵列天线,由于采用了上下两层介电常数不同的介质基板,且上层介质基板介电常数较大,这样设置的优点是可以适当减小下层馈电缝隙的间距,在保证辐射效果的同时使天线更加紧凑,更适合空间有限的多旋翼无人机平台搭载。

[0022] 3、本发明一种基片集成波导缝隙馈电微带阵列天线,由于在圆形辐射贴片的十字型开槽,改变了原有圆形贴片上的电流分布,影响了天线的谐振,增强了天线的匹配,提高了天线的增益。

附图说明

- [0023] 图1是本发明整体结构示意图；
- [0024] 图2是本发明圆形辐射贴片结构示意图；
- [0025] 图3是本发明部分基片集成波导缝隙结构示意图；
- [0026] 图4是本发明一分四路功分器结构示意图；
- [0027] 图5是本发明实施例反射系数的仿真曲线图；
- [0028] 图6是本发明实施例在24.1GHz处归一化方向图；
- [0029] 图7是本发明实施例在24.7GHz处归一化方向图；
- [0030] 图8是本发明实施例1在25.1GHz处归一化方向图；
- [0031] 图9是本发明实施例与对照组增益随频率变化的对比图；
- [0032] 图10是发明对照组反射系数随频率变化的对比图。
- [0033] 图中：1、上介质基板；2、下介质基板；3、同轴馈电端口；4、第一金属化通孔；5、第二金属化通孔；11、圆形辐射贴片；21、上表面；22、下表面；111、十字型槽；112、窄传输线；211、缝隙；1111、长槽；1112、短槽。

具体实施方式

[0034] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚了，下面通过附图中示出的具体实施例来描述本发明。但是应该理解，这些描述只是示例性的，而并非限制本发明的范围。此外，在以下说明中，省略了对公知结构和技术的描述，以避免不必要的混淆本发明的概念。

[0035] 在本发明的描述中，需要理解的是，术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”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发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的设备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发明的限制。

[0036] 实施例1：参考图1~2所示，一种基片集成波导缝隙馈电微带阵列天线，包括上介质基板1和下介质基板2，所述上介质基板1位于下介质基板2左侧正上方、并与下介质基板2相接；其中，上介质基板1的上表面印有 4×12 个周期排列的圆形辐射贴片11，每个圆形辐射贴片11上均设置有相同地长短不一的十字型槽111；通过开十字型槽的方式改变圆形辐射贴片11上的电流分布，从而达到降低反射系数，提高增益的目的。

[0037] 其中，所述十字型槽111由长槽1111和短槽1112组成，短槽1112与长槽1111垂直且沿长槽中心对称设置，圆形辐射贴片11通过长槽1111将其分为相同的两个半圆形辐射贴片，所述两个半圆形辐射贴片通过窄传输线112连接，窄传输线112与短槽1112分布于圆形辐射贴片11圆心的两侧。

[0038] 本实施例下介质基板2为基片集成波导缝隙阵列，下介质基板2的上表面21和下表面22均印刷有良导体，上表面21开设有与十字型槽111一一对应的缝隙211，每个缝隙211的中心垂线与圆形辐射贴片11的中心垂线重合，如图1、4所示，下介质基板2基片(中间部分)上开设有多个第一金属化通孔4和第二金属化通孔5将上表面21和下表面22连接，第一金属化通孔4分别等距设置于下介质基板2基片的的周边、缝隙211阵列的两侧以及呈两列分布

于下介质基板2基片右侧内部,所述第二金属化通孔5设置于下介质基板2的右侧,并与分布在下介质基板2基片右侧内部两列的第一金属化通孔4构成一分四路功分器,所述第二金属化通孔5作用是抑制反射提高输入端口的匹配;下介质基板2基片右侧开设有同轴馈电端口3,本发明天线通过同轴馈电端口3进行馈电。

[0039] 本发明选用的上介质基板1的介电常数大于下介质基板2的介电常数,优点是通过使用上下两层介电常数不同的介质基板来设计阵列,在驻波缝隙阵的基础上适当减小馈电缝隙间距在保证天线的辐射性能的同时使天线结构更加紧凑。

[0040] 具体的,本实施例的上介质基板1由材料Arlon AD350A制成,尺寸为 $m1 \times n1 \times h1$,其中 $m1=24.8\text{mm}$, $n1=80.5\text{mm}$,厚度 $h1=0.3\text{mm}$;下介质基板2由材料Rogors5880制成,尺寸为 $m2 \times n2 \times h2$,其中 $m2=24.8\text{mm}$, $n2=105.7\text{mm}$,厚度 $h2=0.503\text{mm}$ 。

[0041] 如图2所示,圆形辐射贴片11的半径 r 为3mm,窄传输线112的中心与圆形辐射贴片11的圆心距离为0.62mm,窄传输线112的中心与十字型槽111长槽1111和短槽1112的交叉中心距离为1.13mm,窄传输线112尺寸为 $l_x \times l_y$,其中 $l_x=0.3\text{mm}$, $l_y=0.2\text{mm}$,短槽1112的尺寸为 $L_x \times L_y$,其中 $L_x=1.9\text{mm}$, $L_y=0.2\text{mm}$,长槽1111的宽为0.3mm。

[0042] 如图3所示, 4×12 个周期排列的缝隙211,每个缝隙211的尺寸为 $a_x \times a_y$,其中 $4.6\text{mm} \leq a_x \leq 4.74\text{mm}$, $a_y=0.2\text{mm}$;缝隙211偏置量为 y , $0.085\text{mm} \leq y \leq 0.32\text{mm}$,相邻两个缝隙211之间的距离为半波长,波导末端最后一个缝隙距离波导的短路壁为四分之一波长;第一金属化通孔4的直径 d 为0.6mm,同一排相邻第一金属化通孔之间的距离 $S_x=0.1\text{mm}$,缝隙波导单元的内侧宽度即两排第一金属化通孔之间的距离 a 为5.4mm。

[0043] 进一步为了验证本发明实施例1天线的性能,做了以下对比实验:

[0044] 实施例2:上介质基板1上表面印刷的圆形辐射贴片11不做开槽处理(其余参数相同)。

[0045] 以下结合仿真实验,对本发明的效果作如下说明:

[0046] 仿真1,利用商业仿真软件HFSS_19.2对本发明实施例1的反射系数进行仿真计算,结果如图5所示;从图5可以看出,在24.7GHz附近,本发明实施例1天线的反射系数幅度小于-40dB,说明在此频段内有较好的阻抗匹配。

[0047] 仿真2,利用商业仿真软件HFSS_19.2对本发明实施例1在24.1GHz处归一化方向图曲线仿真计算,结果如图6所示;从图6可以看出,在24.1GHz处,本发明实施例1天线具有较宽的工作带宽,具有较高的增益。

[0048] 仿真3,利用商业仿真软件HFSS_19.2对本发明实施例1在24.7GHz处归一化方向图曲线仿真计算,结果如图7所示;从图7可以看出,在24.7GHz处,本发明实施例1天线E面方向图副瓣电平在-20dB以下,H面方向图副瓣电平在-10dB以下。

[0049] 仿真4,利用商业仿真软件HFSS_19.2对本发明实施例1在25.1GHz处归一化方向图曲线仿真计算,结果如图8所示;从图8可以看出,在25.1GHz处,本发明实施例1天线E面方向图副瓣电平在-20dB以下,H面方向图副瓣电平在-20dB以下。

[0050] 仿真5,利用商业仿真软件HFSS_19.2对本发明实施例1与实施例2增益随频率的变化曲线仿真计算,结果如图9所示;从图9可以看出,在24GHz避障雷达工作频段内,本发明实施例1天线与实施例2相比,明显提高了天线的增益,拓宽了天线的工作带宽。

[0051] 仿真6,利用商业仿真软件HFSS_19.2对实施例2反射系数随频率的变化曲线仿真

计算,结果如图10所示;从图10可以看出,对圆形辐射贴片开十字型槽是很有必要的,十字型开槽降低了天线的反射系数,增强了匹配,提高了天线的增益。

[0052] 以上仿真结果说明,与现有技术相比,本发明实施例1天线通过基片集成波导缝隙馈电,减少了能量的损耗,增强了天线的馈电性能;其次通过对圆形辐射贴片进行十字型开槽,提高了匹配程度,增强了天线的增益;再次通过上下介质基板不同的介电常数改善了天线的尺寸,使天线结构更加紧凑,改善了现有技术的不足。

[0053] 以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所作的进一步详细说明,不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干简单推演或替换,都应当视为属于本发明的保护范围。

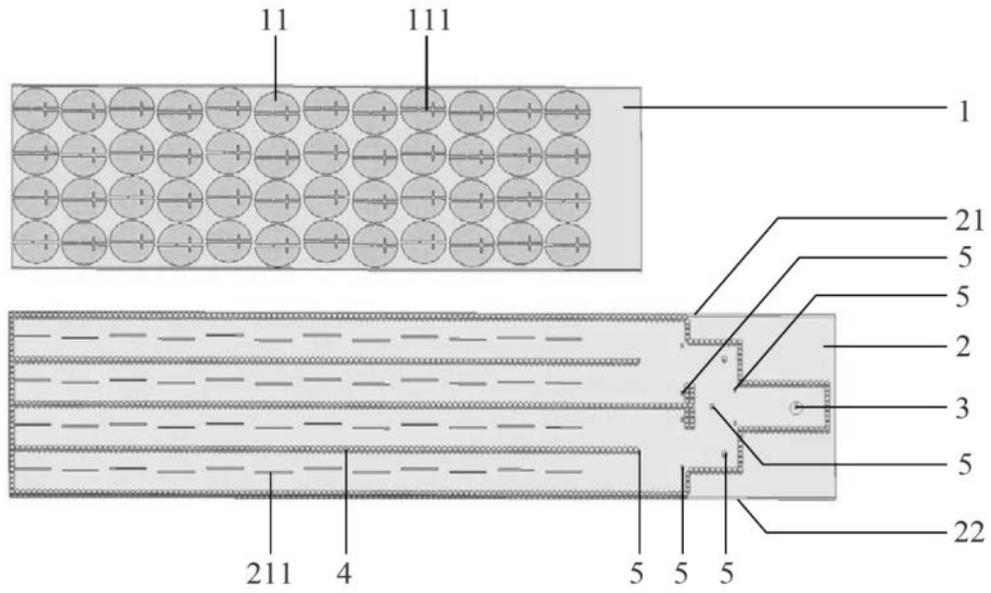


图1

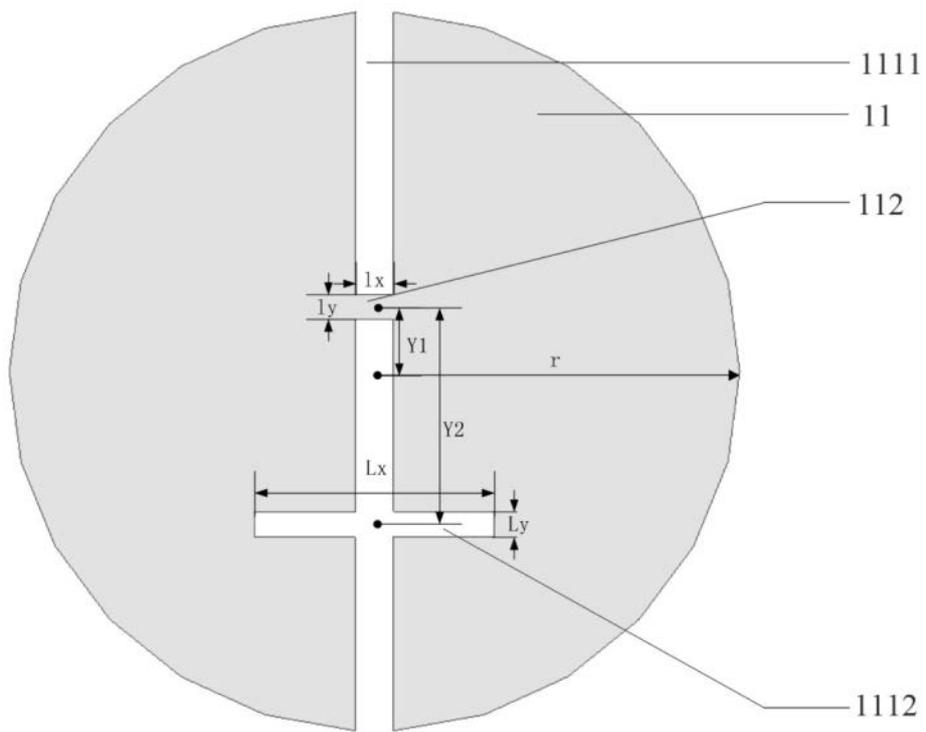


图2

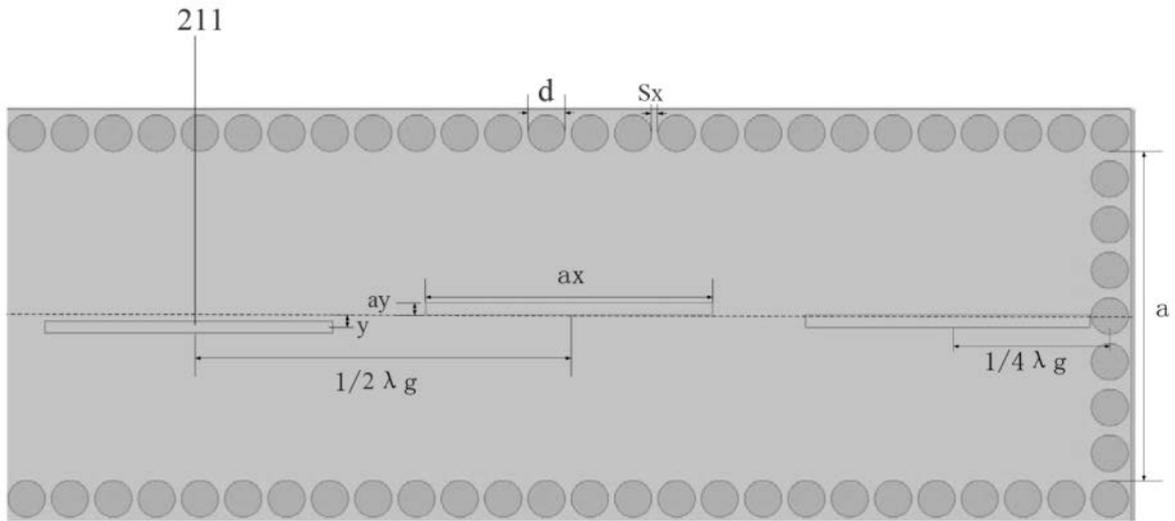


图3

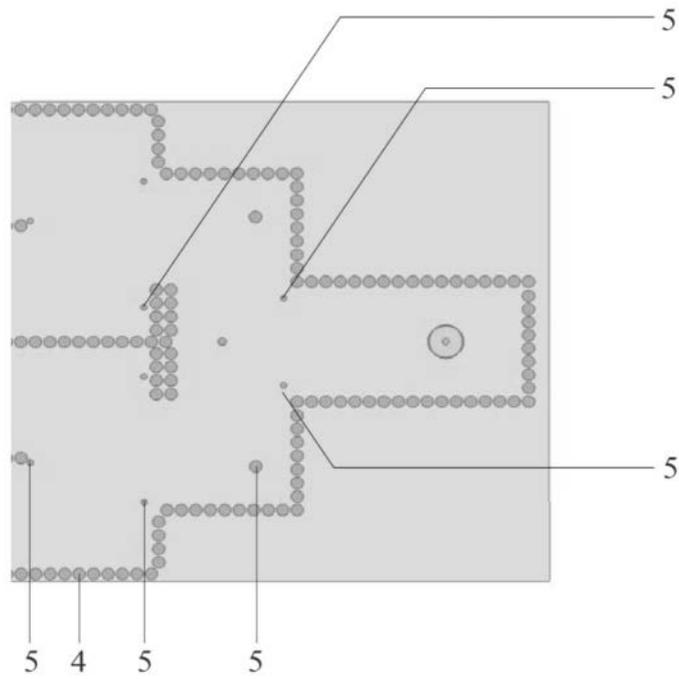


图4

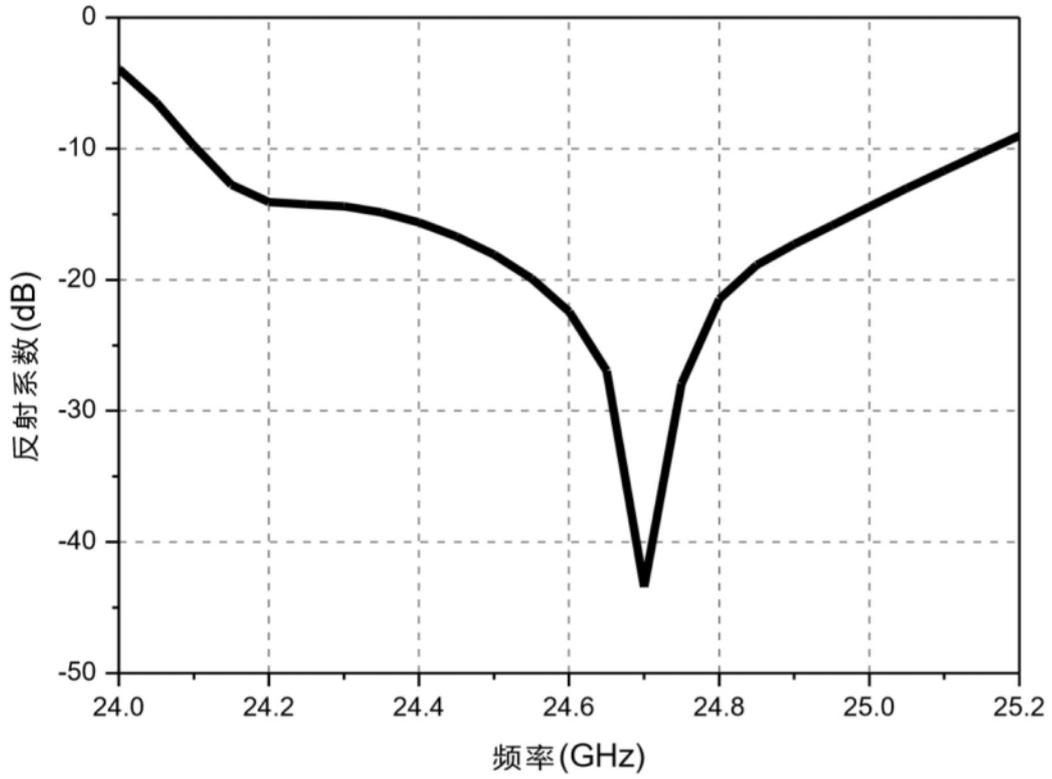


图5

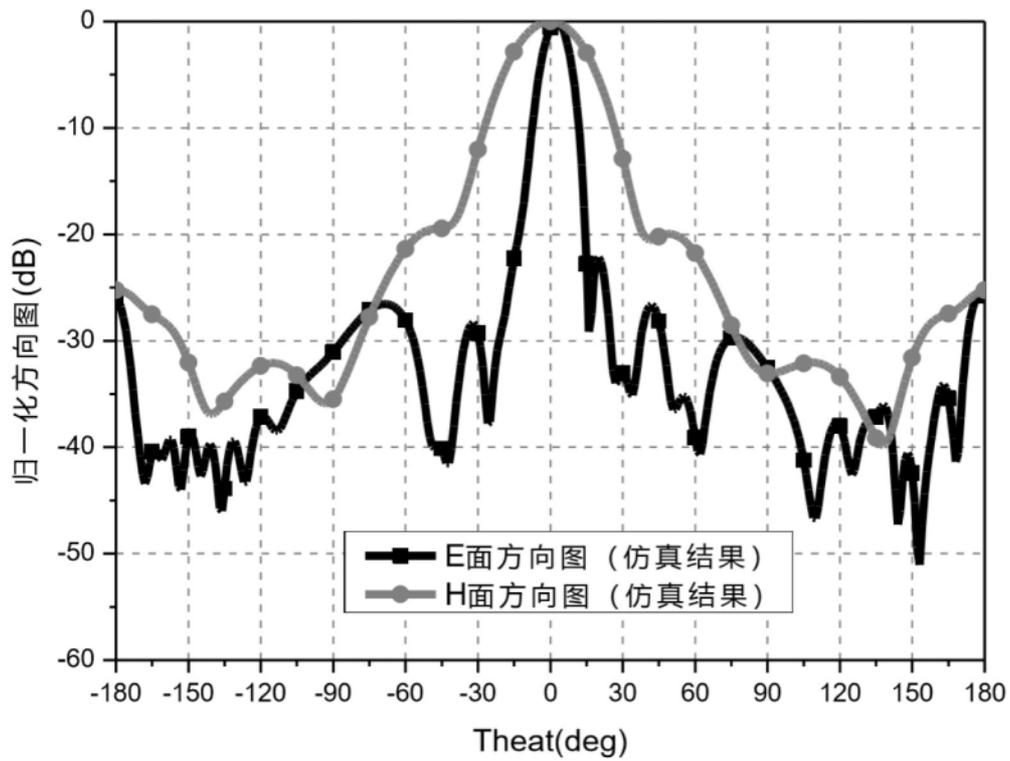


图6

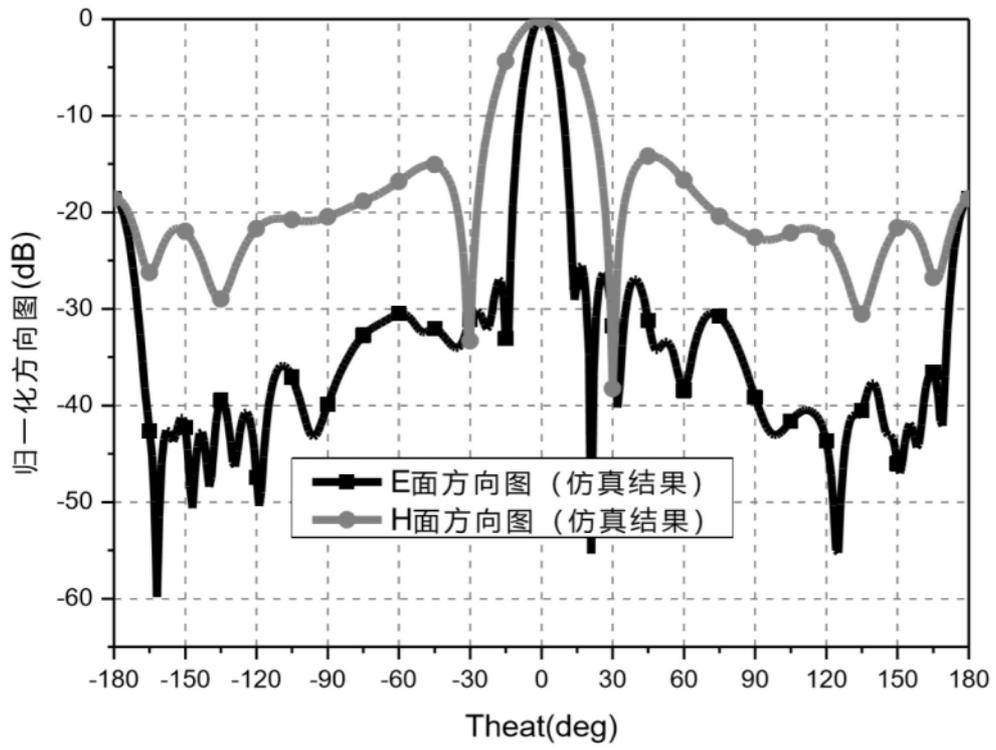


图7

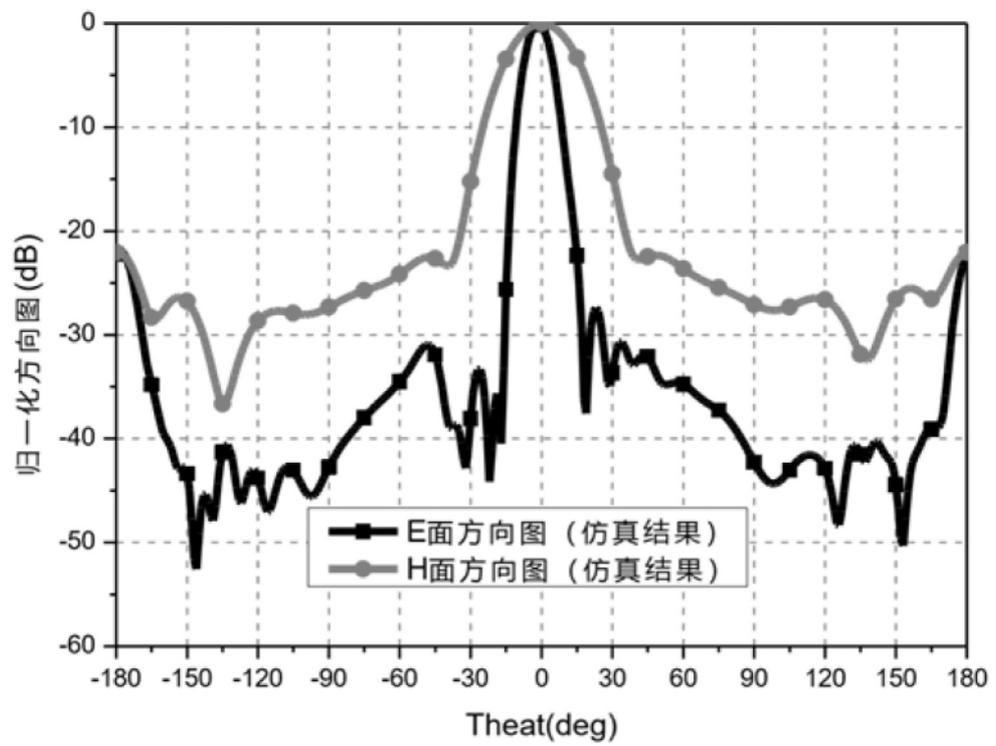


图8

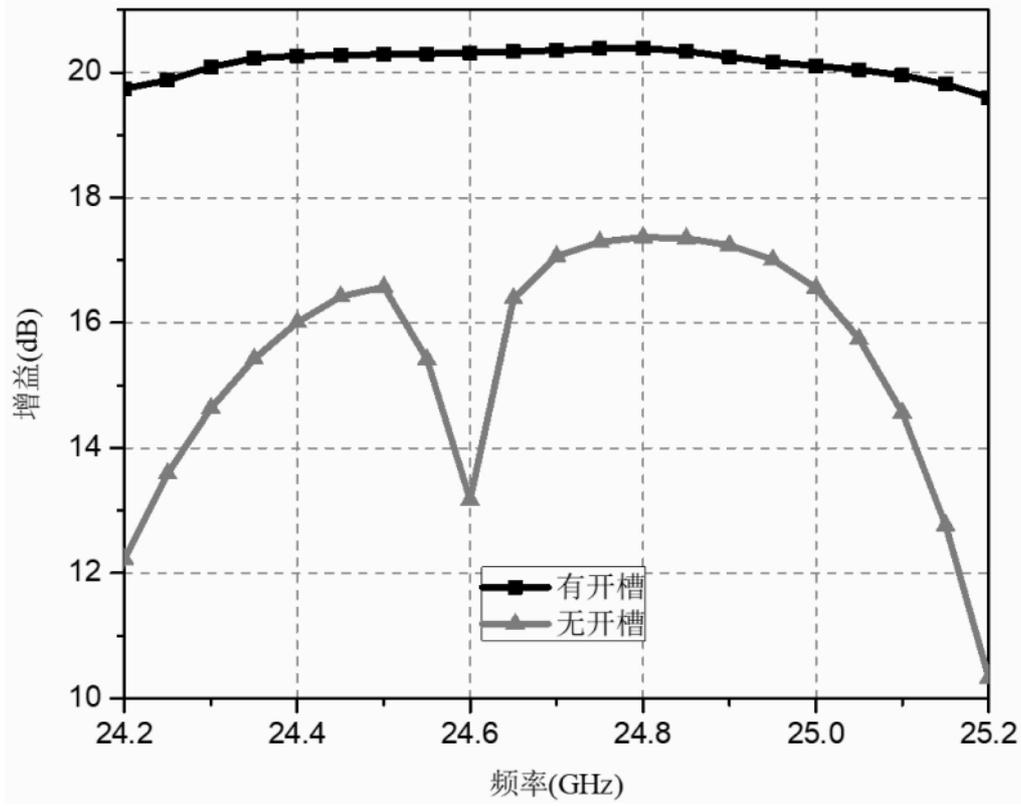


图9

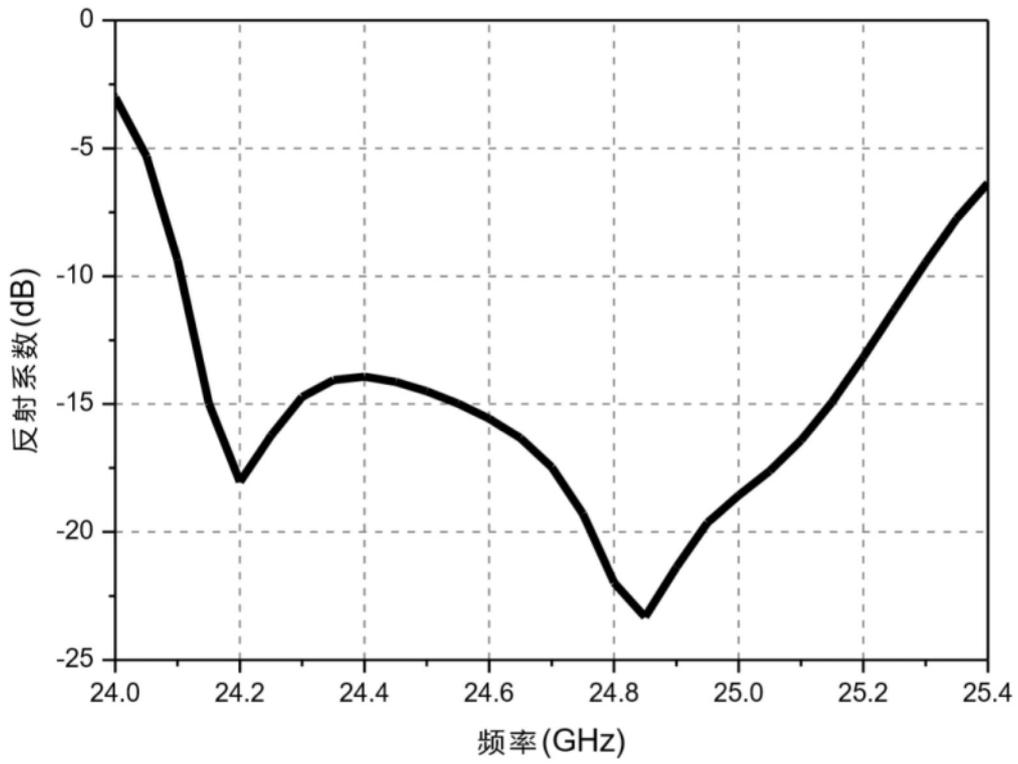


图10