



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109802244 B

(45)授权公告日 2020.08.04

(21)申请号 201910068730.8

(22)申请日 2019.01.24

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109802244 A

(43)申请公布日 2019.05.24

(73)专利权人 西安电子科技大学
地址 710071 陕西省西安市雁塔区太白南路2号

(72)发明人 李龙 方遥 李美玲 易浩
刘海霞

(74)专利代理机构 陕西电子工业专利中心
61205
代理人 杨春岗 陈宏社

(51)Int.Cl.
H01Q 21/06(2006.01)

(56)对比文件

- CN 108511889 A, 2018.09.07
- CN 108281801 A, 2018.07.13
- JP 2016139913 A, 2016.08.04
- JP 6116839 B2, 2017.04.19

审查员 吕原

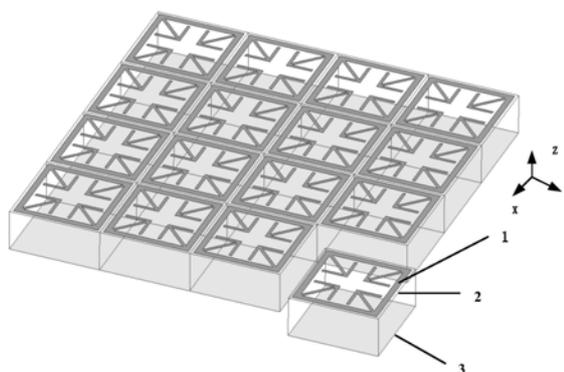
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种宽带微带反射阵列天线

(57)摘要

本发明公开了一种宽带微带反射阵列天线，主要解决现有技术结构中复杂和带宽较窄的技术问题。该微带反射阵列天线包括周期性排列的 $M \times N$ 个辐射单元，其中， $M \times N$ ， $M \geq 2$ ， $N \geq 2$ ， M 、 N 为正整数；每个辐射单元自上而下的依次包括微带贴片、介质基板、金属地板；所述的微带贴片由方环形贴片、四个L形振子和四个倾斜振子组成，所述方环形贴片位于辐射单元的介质基板上表面的内侧，所述四个L形振子位于方环形贴片内，且关于辐射单元中心的Z轴对称分布；所述四个倾斜振子的一端与方环形贴片构成的直角相连，且另一端与L形振子相交处的夹角相连，本发明提高了微带反射阵列天线增益带宽，且结构简单、并具有良好的主极化特性，可应用于微波波段的电磁波调控。



1. 一种宽带微带反射阵列天线,包括周期性排列的 $M \times N$ 个辐射单元,其中, $M \geq 2, N \geq 2$, $M、N$ 为正整数;每个辐射单元自上而下的依次包括:微带贴片(1)、介质基板(2)、金属地板(3);其特征在于:所述的微带贴片(1)由方环形贴片(11)、四个L形振子(12)和四个倾斜振子(13)组成,所述方环形贴片(11)位于辐射单元的介质基板(2)上表面的内侧,所述四个L形振子(12)位于方环形贴片(11)内,且关于辐射单元中心的法向对称分布;所述四个倾斜振子(13)的一端与方环形贴片(11)构成的直角相连,且另一端与L形振子(12)相交处的夹角相连,该四个L形振子(12)形成的开口方向与方环形贴片(11)构成的直角相对应,所述四个倾斜振子(13)位于方环形贴片(11)和L形振子(12)相连的两条对角线上。

2. 根据权利要求1所述的宽带微带反射阵列天线,其特征在于,所述每个辐射单元的排列周期为 D ,其中, D 为 $0.25\lambda \sim 0.35\lambda$, λ 为波长。

3. 根据权利要求1所述的宽带微带反射阵列天线,其特征在于,所述方环形贴片(11)的边长为 L ,通过调整方环形贴片(11)的边长 L 能够确定辐射单元反射相位的变化范围;该方环形贴片(11)的宽度为 W ,其中, W 为 $0.01\lambda \sim 0.03\lambda$ 。

4. 根据权利要求1所述的宽带微带反射阵列天线,其特征在于,所述L形振子(12)的宽度为 W_1 ,该 W_1 为方环形贴片(11)宽度 W 的 k_1 倍,即 $W_1 = k_1 * W$,其中, k_1 取值范围为 $0.4 \sim 0.6$;所述L形振子(12)长度为 L_1 ,该 L_1 为方环形贴片(11)长度 L 的 0.3 倍,即 $L_1 = 0.3 * L$;所述L形振子(12)在水平和垂直方向的间距分别为 G_1 和 G_2 ,其中, $G_1 = G_2, G_1 = 0.3 * (L - 2 * W)$ 。

5. 根据权利要求1所述的宽带微带反射阵列天线,其特征在于,所述倾斜振子(13)的宽度为 W_2 ,且与L形振子(12)的宽度 W_1 相同。

6. 根据权利要求1所述的宽带微带反射阵列天线,其特征在于,所述介质基板(2)的相对介电常数为 ϵ ,其中, ϵ 取值范围为 $2 \sim 2.4$,介质基板(2)的厚度为 H ,其中, H 为 $0.1\lambda \sim 0.2\lambda$ 。

一种宽带微带反射阵列天线

技术领域

[0001] 本发明属于通信技术领域,特别涉及电磁通信技术领域中的一种宽带微带反射阵列天线,可用于微波波段的电磁波调控。

背景技术

[0002] 近年来,随着移动通信技术的快速发展,雷达和通信系统都期望天线具有更多的功能性和自适应性。微带天线以其体积小、重量轻、低剖面、易集成等特点得到了广泛研究和应用,而微带反射阵天线拥有反射面天线和大型相控阵天线的部分优势,得到广大研究人员的青睐。

[0003] 最早的反射阵天线概念是在1963年由Berry, Malech和Kenndey提出的基于于开路-短路波导反射阵,由其可实现极化变换、极化旋转、多波束、波束扫描与波束赋形、展宽工作频带、提高口径效率、降低副瓣及交叉极化、以及实现多频化等功能,然而由于传统无线通信的工作频率低,导致整个反射阵体积非常庞大,不便于实际应用。直至上个世纪70年代,随着微带技术的发展,微带反射阵天线才受到广大科研人员和航天科技人员的广泛关注和研究。

[0004] 微带反射阵通信天线主要由一系列微带贴片和馈源组成,但是传统的微带平面反射阵天线由于反射阵列单元的特性无法同时满足双极化、单元带宽较宽的要求,应用范围受到限制;考虑到现有的多层反射阵天线的成本高、制造困难,而单层反射阵天线成本低、结构简单易于制造的特点,因此设计一种能适应双极化工作,且带宽宽的单层反射阵天线是非常有意义的。

[0005] 例如电子科技大学在其申请的名称为“一种宽频带折叠反射阵天线”(申请号201510278221.X,申请日2015.05.27,公布号CN 104901023A,公布日2015.09.09)专利中,采用折叠反射阵天线的结构,提出一种全新的反射阵单元,利用该单元设计了一种微波频段的宽带反射阵天线,该发明所公开的折叠反射阵天线具有高增益、低损耗、结构紧凑、交叉极化低的特性。但是,该发明仍然存在的不足之处,单元结构复杂,加工难度大。

[0006] 例如中国科学院国家空间科学中心在其申请的名称为“一种基于相位延迟线型反射单元的反射阵天线”(申请号201510463489.0,申请日2015.07.31,公布号CN 105140655A,公布日2015.12.09)专利中,提出了一种基于相位延迟线型反射单元的反射阵天线。该反射面阵列是由若干个相位延迟线反射单元通过镜面对称的方式周期排列而成的。所述的相位延迟线反射单元结构是由两个开缝圆环嵌套外加两个位置相对的相位延迟线组成的,实现了宽带天线同时交叉极化得到了有效的抑制。但是,该发明仍然存在的不足之处是:反射阵单元的相移曲线线性度较差。

[0007] 综上所述,目前的技术发明面临着三个问题,其一是单元结构复杂导致的加工困难和成本高;其二是单层反射阵单元基本性能不足,例如相移范围难达到 360° 、相移曲线线性度差,导致单层微带反射阵天线的增益带宽降低;其三是单层反射阵单元在双极化状态下会引入较大的交叉极化分量,导致单层反射阵天线交叉极化大。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于针对上述现有技术的不足,提出一种宽带微带反射阵天线,以解决现有技术中的结构复杂、带宽低和交叉极化大的技术问题。

[0009] 为实现上述目的,本发明包括周期性排列的 $M \times N$ 个辐射单元,其中, $M \geq 2, N \geq 2, M, N$ 为正整数;每个辐射单元自上而下的依次包括:微带贴片、介质基板、金属地板;其特征在于:所述的微带贴片由方环形贴片、四个L形振子和四个倾斜振子组成,所述方环形贴片位于辐射单元的介质基板上表面的内侧,所述四个L形振子位于方环形贴片内,且关于辐射单元中心的Z轴对称分布;所述四个倾斜振子的一端与方环形贴片构成的直角相连,且另一端与L形振子相交处的夹角相连,该四个L形振子形成的开口方向与方环形贴片构成的直角相对应,所述四个倾斜振子位于方环形贴片和L形振子相连的两条对角线上。

[0010] 上述权利要求中,所述每个辐射单元的排列周期为 D ,其中, D 为 $0.25\lambda \sim 0.35\lambda$, λ 为波长。

[0011] 上述权利要求中,所述方环形贴片的边长为 L ,通过调整方环形贴片的边长 L 能够确定辐射单元反射相位的变化范围;该方环形贴片的宽度为 W ,其中, W 为 $0.01\lambda \sim 0.03\lambda$ 上述权利要求中,所述L形振子(12)的宽度为 W_1 ,该 W_1 为方环形贴片(11)宽度 W 的 k_1 倍,即 $W_1 = k_1 * W$,其中, k_1 取值范围为 $0.4 \sim 0.6$;所述L形振子(12)长度为 L_1 ,该 L_1 为方环形贴片(11)长度 L 的 0.3 倍,即 $L_1 = 0.3 * L$;所述L形振子(12)在水平和垂直方向的间距分别为 G_1 和 G_2 ,其中, $G_1 = G_2, G_1 = 0.3 * (L - 2 * W)$ 。

[0012] 上述权利要求中,所述倾斜振子的宽度为 W_2 ,且与L形振子的宽度 W_1 相同。

[0013] 上述权利要求中,所述介质基板的相对介电常数为 ϵ ,其中, ϵ 取值范围为 $2 \sim 2.4$,介质基板的厚度为 H ,其中, H 为 $0.1\lambda \sim 0.2\lambda$ 。

[0014] 本发明与现有技术相比具有以下优点:

[0015] 第一,本发明由于采用的微带贴片是由方环形贴片、四个L形振子和四个倾斜振子组成,方环形贴片位于辐射单元的介质基板上表面的内侧,四个L形振子位于方环形贴片内,四个倾斜振子的一端与方环形贴片构成的直角相连,且另一端与L形振子相交处的夹角相连,使辐射单元的相移覆盖范围超过 360° 、相移曲线线性度得到改善,克服了现有技术中微带反射阵天线带宽窄的技术问题,因而使得本发明的反射阵天线具有宽的增益带宽。

[0016] 第二,本发明采用四个L形振子位于方环形贴片内,四个倾斜振子的一端与方环形贴片构成的直角相连,且另一端与L形振子相交处的夹角相连,该结构的方环形贴片、L形振子和倾斜振子,关于方环形贴片的水平中线和垂直中线对称,能够克服现有技术中微带反射阵天线交叉极化大的技术问题,因而使得本发明的反射阵天线具有良好的主极化特性。

[0017] 第三,本发明采用采用的微带贴片是由方环形贴片、四个L形振子和四个倾斜振子组成,且每个贴片包含一个方环形贴片贴片、四个L形振子和四个倾斜振子,考虑到该微带贴片结构的优化设计,采用简化的轴对称结构设计,能够克服现有技术中微带反射阵天线结构复杂的技术问题,使得本发明的反射阵天线具有结构简单、成本低,易于制造和加工的特点。

附图说明

[0018] 图1为本发明的整体结构图;

- [0019] 图2为图1中辐射单元的俯视图；
 [0020] 图3为图1中辐射单元的侧视图；
 [0021] 图4为本发明辐射单元的反射相位仿真图；
 [0022] 图5为本发明主波束方向的主极化与交叉极化方向性系数仿真图；
 [0023] 图6为本发明最大方向性系数随频率变化的仿真图。

具体实施方式

[0024] 以下结合附图对本发明作进一步详细描述。

[0025] 实施例1

[0026] 参照图1,图2和图3

[0027] 一种宽带微带反射阵列天线,包括周期性排列的 $M \times N$ 个辐射单元,其中, $M \geq 2, N \geq 2, M, N$ 为正整数;每个辐射单元自上而下的依次包括:微带贴片1、介质基板2、金属地板3;其特征在于:所述的微带贴片1由方环形贴片11、四个L形振子12和四个倾斜振子13组成,所述方环形贴片11位于辐射单元的介质基板2上表面的内侧,所述四个L形振子12位于方环形贴片11内,且关于辐射单元中心的Z轴对称分布;所述四个倾斜振子13的一端与方环形贴片11构成的直角相连,且另一端与L形振子12相交处的夹角相连,该四个L形振子12形成的开口方向与方环形贴片11构成的直角相对应,所述四个倾斜振子13位于方环形贴片11和L形振子12相连的两条对角线上。

[0028] 本发明通过电磁仿真软件HFSS,利用Floquet端口和主从边界条件,设置全波仿真工作频率为28GHz,获取反射阵单元的反射相位随方环形贴片11边长L的变化关系。假设入射波角度 $(\theta_i, \varphi_i) = (20^\circ, 0^\circ)$,反射波的角度 $(\theta_r, \varphi_r) = (30^\circ, 90^\circ)$,基于基本的阵列理论,根据馈源的位置、工作频率、所设入射波和反射波的角度、单元坐标,求出各个微带反射阵单元所需要的反射相位 $\phi_R(i)$,各个反射阵单元的反射相位 $\phi_R(i)$ 由以下公式计算得到:

$$[0029] \quad \phi_R(i) = -\frac{2\pi}{\lambda} [(\sin \theta_i \cos \varphi_i + \sin \theta_r \cos \varphi_r)x_i + (\sin \theta_i \sin \varphi_i + \sin \theta_r \sin \varphi_r)y_i + (\cos \theta_i + \cos \theta_r)z_i]$$

[0030] 其中, (x_i, y_i, z_i) 是第i个反射阵单元的坐标, $\phi_R(i)$ 是第i个反射阵单元的反射相位, λ 为波长, (θ_i, φ_i) 为入射波的角度, (θ_r, φ_r) 为反射波的角度。反射阵单元的反射相位通过该公式计算得到后,方环形贴片边长可由反射相位与边长的变化曲线得到,再通过全波仿真获取微带反射阵列的远场辐射方向图。

[0031] 所述每个辐射单元的排列周期为D,其中,D为 $0.25\lambda \sim 0.35\lambda$, λ 为波长。当 $D = 0.3\lambda$ 时, $D = 3.2\text{mm}$ 。

[0032] 所述方环形贴片的边长为L,通过调整方环形贴片的边长L能够确定辐射单元反射相位的变化范围;该方环形贴片11宽度为W,其中,W为 $0.01\lambda \sim 0.03\lambda$;当 $W = 0.02\lambda$ 时, $W = 0.2\text{mm}$ 。

[0033] 所述L形振子(12)的宽度为 W_1 ,该 W_1 为方环形贴片(11)宽度W的 k_1 倍,即 $W_1 = k_1 * W$,其中, k_1 取值范围为 $0.4 \sim 0.6$;所述L形振子(12)长度为 L_1 ,该 L_1 为方环形贴片(11)长度L的0.3倍,即 $L_1 = 0.3 * L$;所述L形振子(12)在水平和垂直方向的间距分别为 G_1 和 G_2 ,其中, $G_1 = G_2, G_1 = 0.3 * (L - 2 * W)$ 。当 $k_1 = 0.5$ 时,即 $W_1 = 0.5 * W, W_1 = 0.1\text{mm}$ 。

[0034] 所述倾斜振子13的宽度为 W_2 ,且与L形振子12的宽度 W_1 相同。

[0035] 所述介质基板2的相对介电常数为 ϵ ,其中, ϵ 取值范围为 $2\sim 2.4$,介质基板2的厚度为 H ,其中, H 为 $0.1\lambda\sim 0.2\lambda$ 。当 $\epsilon=2.2$, $H=0.14\lambda$ 时, $H=1.5\text{mm}$

[0036] 实施例2

[0037] 所述每个辐射单元的排列周期为 D ,其中, D 为 $0.25\lambda\sim 0.35\lambda$, λ 为波长。当 $D=0.25\lambda$ 时, $D=2.7\text{mm}$

[0038] 所述方环形贴片的边长为 L ,通过调整方环形贴片的边长 L 能够确定辐射单元反射相位的变化范围;该方环形贴片11宽度为 W ,其中, W 为 $0.01\lambda\sim 0.03\lambda$;当 $W=0.01\lambda$ 时, $W=0.1\text{mm}$ 。

[0039] 所述L形振子(12)的宽度为 W_1 ,该 W_1 为方环形贴片(11)宽度 W 的 k_1 倍,即 $W_1=k_1*W$,其中, k_1 取值范围为 $0.4\sim 0.6$;所述L形振子(12)长度为 L_1 ,该 L_1 为方环形贴片(11)长度 L 的 0.3 倍,即 $L_1=0.3*L$;所述L形振子(12)在水平和垂直方向的间距分别为 G_1 和 G_2 ,其中, $G_1=G_2$, $G_1=0.3*(L-2*W)$ 。当 $k_1=0.4$ 时,即 $W_1=0.4*W$, $W_1=0.04\text{mm}$ 。

[0040] 所述倾斜振子13的宽度为 W_2 ,且与L形振子12的宽度 W_1 相同。

[0041] 所述介质基板2的相对介电常数为 ϵ ,其中, ϵ 取值范围为 $2\sim 2.4$,介质基板2的厚度为 H ,其中, H 为 $0.1\lambda\sim 0.2\lambda$ 。当 $\epsilon=2$, $H=0.1\lambda$, $H=1.07\text{mm}$

[0042] 实施例3

[0043] 所述每个辐射单元的排列周期为 D ,其中, D 为 $0.25\lambda\sim 0.35\lambda$, λ 为波长。当 $D=0.35\lambda$ 时, $D=3.5\text{mm}$

[0044] 所述方环形贴片的边长为 L ,通过调整方环形贴片的边长 L 能够确定辐射单元反射相位的变化范围;该方环形贴片11宽度为 W ,其中, W 为 $0.01\lambda\sim 0.03\lambda$;当 $W=0.03\lambda$ 时, $W=0.3\text{mm}$ 。

[0045] 所述L形振子(12)的宽度为 W_1 ,该 W_1 为方环形贴片(11)宽度 W 的 k_1 倍,即 $W_1=k_1*W$,其中, k_1 取值范围为 $0.4\sim 0.6$;所述L形振子(12)长度为 L_1 ,该 L_1 为方环形贴片(11)长度 L 的 0.3 倍,即 $L_1=0.3*L$;所述L形振子(12)在水平和垂直方向的间距分别为 G_1 和 G_2 ,其中, $G_1=G_2$, $G_1=0.3*(L-2*W)$ 。当 $k_1=0.6$ 时,即 $W_1=0.6*W$, $W_1=0.18\text{mm}$ 。

[0046] 所述倾斜振子13的宽度为 W_2 ,且与L形振子12的宽度 W_1 相同。

[0047] 所述介质基板2的相对介电常数为 ϵ ,其中, ϵ 取值范围为 $2\sim 2.4$,介质基板2的厚度为 H ,其中, H 为 $0.1\lambda\sim 0.2\lambda$ 。当 $\epsilon=2.4$, $H=0.2\lambda$, $H=2.14\text{mm}$

[0048] 以下结合仿真图对本发明作进一步详细描述。

[0049] 参照图4、图5和图6

[0050] 一. 仿真条件

[0051] 在电磁仿真软件HFSS中,反射阵天线工作于 28GHz ,微带反射阵的口径分布为 $32\text{mm}\times 32\text{mm}$,由 10×10 共100个反射阵单元按照周期 D 为 3.2mm 间距排列组成。

[0052] 二. 仿真内容

[0053] 图4为辐射单元反射相移大小随方环形贴片边长 L 的变化曲线,图中横坐标表示为方环形贴片边长 L ,纵坐标表示为反射阵单元的反射相位。

[0054] 从图4中可以看出,随着方环形贴片边长 L 的变化,反射相位曲线的线性度良好,并且相位覆盖范围超过 360° ,说明本发明通过调节方环形贴片边长 L ,能够对反射阵单元的反射相位进行调节。

[0055] 图5为主波束方向的主极化与交叉极化方向系数仿真图,图中横坐标表示为Theta角,纵坐标表示为方向性系数。

[0056] 从图5中可以看出,主极化在Theta角为 29° 时取得最大方向性系数为19.4dB,交叉极化在Theta角为 29° 时小于-29dB,说明本发明的微带反射阵列天线交叉极化较小,具有良好的主极化特性。

[0057] 图6为最大方向性系数随频率变化的仿真图,图中横坐标表示为频率,纵坐标表示为方向性系数。

[0058] 从图6中可以看出,在工作频率27.7GHz时最大方向系数为19.4dB,1dB增益带宽的范围为25.08GHz至29.8GHz,相对增益带宽为17.2%,该结果说明本发明的微带反射阵列天线具有良好的宽带性能。

[0059] 以上是本发明的三个具体实例并不构成对本发明的任何限制。

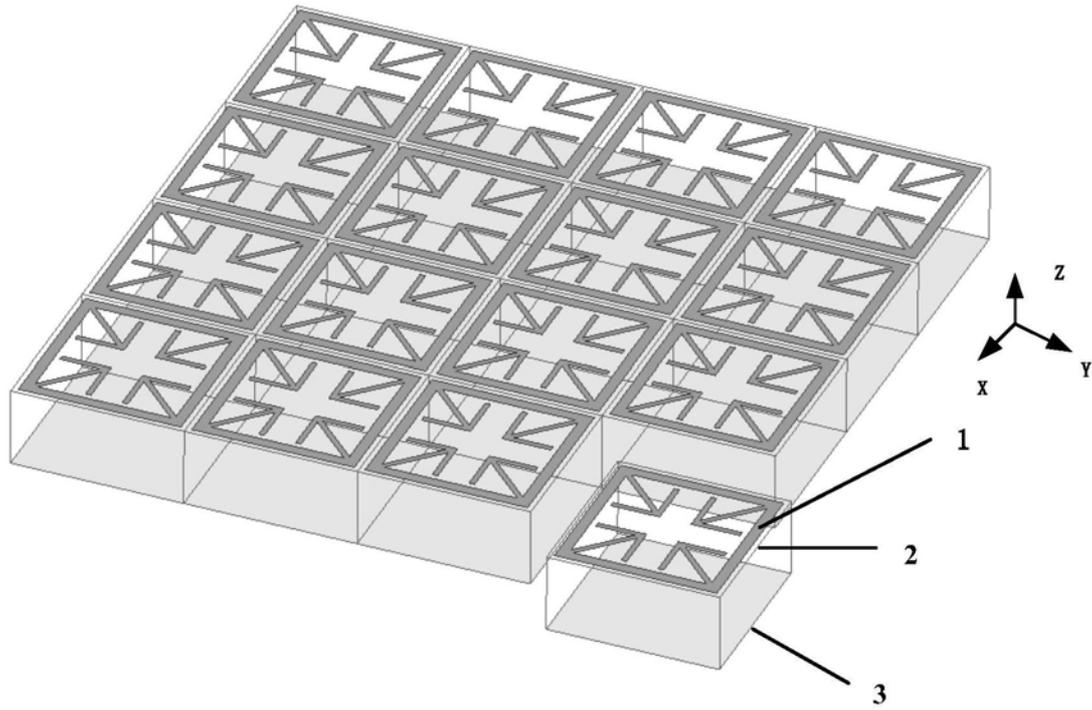


图1

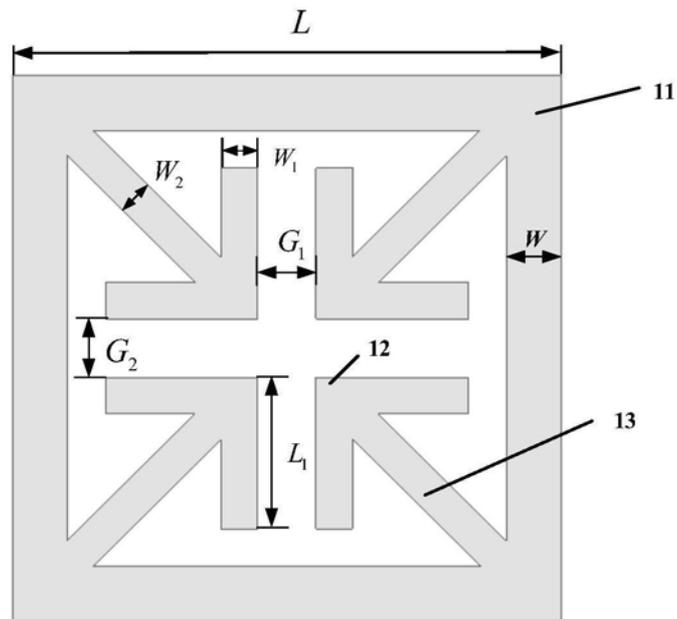


图2



图3

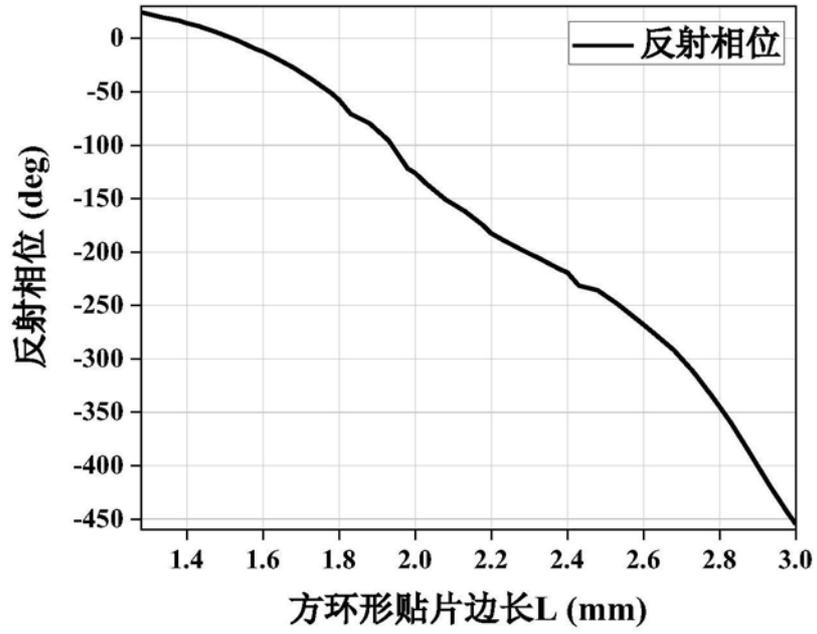


图4

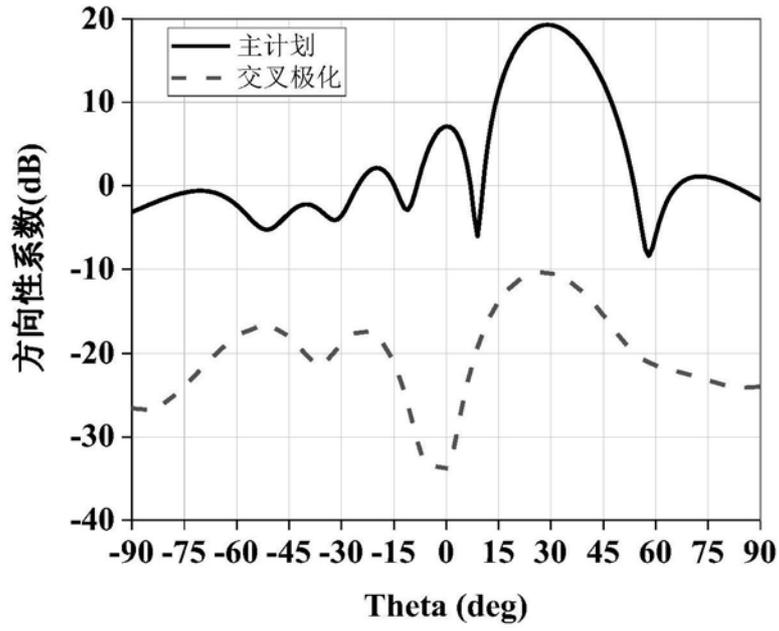


图5

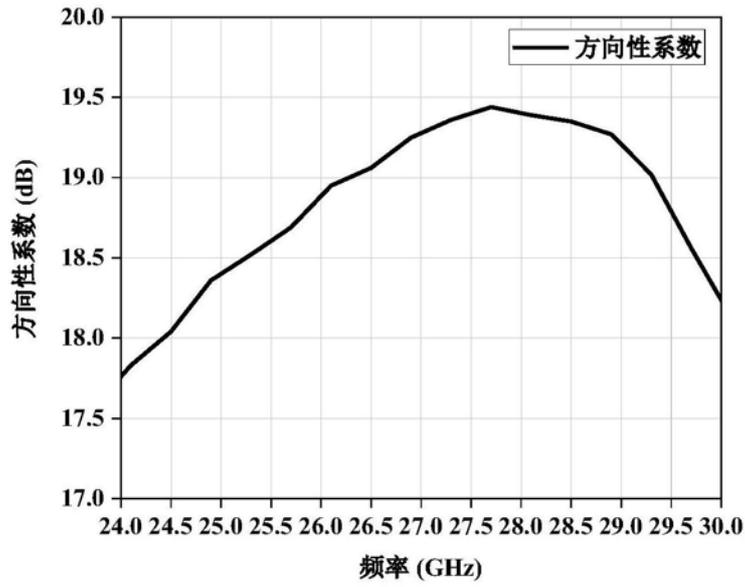


图6