



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113451780 A

(43) 申请公布日 2021. 09. 28

(21) 申请号 202110720210.8

H01Q 21/00 (2006.01)

(22) 申请日 2021.06.28

H01Q 21/06 (2006.01)

H01Q 23/00 (2006.01)

(71) 申请人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西
大直街92号

(72) 发明人 孟繁义 韩剑桥 顾晓峰

(74) 专利代理机构 哈尔滨市阳光惠远知识产权
代理有限公司 23211

代理人 王芳

(51) Int. Cl.

H01Q 13/20 (2006.01)

H01Q 1/38 (2006.01)

H01Q 1/48 (2006.01)

H01Q 1/50 (2006.01)

H01Q 5/328 (2015.01)

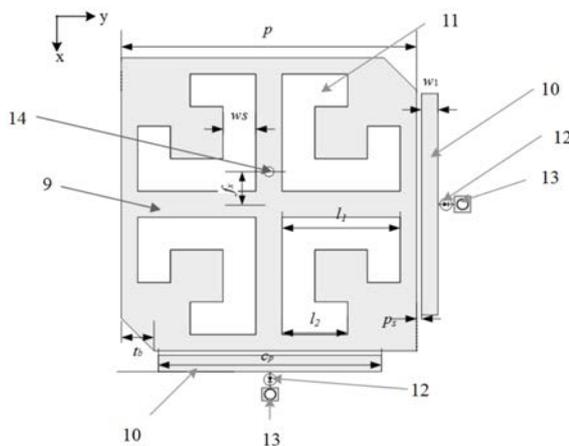
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种圆极化定频波束扫描漏波天线

(57) 摘要

本发明公开了一种圆极化定频波束扫描漏波天线,属于微波天线工程技术领域。本发明通过在不同寄生带条与金属地板层之间加载正向或反向的直流偏置电压,实现对两个PIN二极管开关状态的分别控制,为了保证圆极化辐射单元的圆极化特性,两个PIN二极管开关状态要保持相同(同时为导通或者同时为断开),当直流偏置电压控制两个PIN二极管在“导通”和“断开”两种状态间切换时,圆极化辐射单元的工作频率发生变化,实现偏置电压对圆极化辐射单元辐射电磁波的调控效果,继而获得一种具有低剖面,低成本,波束扫描,圆极化的定频波束扫描漏波天线。



1. 一种圆极化定频波束扫描漏波天线,其特征在于,该天线由上到下包括金属辐射层(1)、上层介质基板(2)、金属地板层(3)、介质基板粘合层(4)、下层介质基板(5)和金属馈电层(6),所述的金属辐射层(1)和金属地板层(3)分别位于上层介质基板(2)的上表面和下表面;所述的上层介质基板(2)和下层介质基板(5)通过介质基板粘合层(4)粘合;所述的金属馈电层(6)位于下层介质基板(5)的下表面,所述的金属地板层(3)具有镂空结构;

以上层介质基板(2)的长度方向为y轴方向,宽度方向为x轴方向,高度方向为z轴方向;

所述的金属辐射层(1)包括两排圆极化辐射单元(8),每排所述的圆极化辐射单元(8)沿y轴方向在上层介质基板(2)的上表面等距分布,相邻排的圆极化辐射单元(8)交错或正对排列,每个圆极化辐射单元(8)均有1个为其馈电的馈电点,馈电金属探针(7)依次穿过下层介质基板(5)、介质基板粘合层(4)、金属地板层(3)的镂空结构和上层介质基板(2)连接金属辐射层(1)和金属馈电层(6)。

2. 根据权利要求1所述的一种圆极化定频波束扫描漏波天线,其特征在于,所述的圆极化辐射单元(8)包括圆极化贴片(9)、两条寄生带条(10)和两个接地过孔(13);

圆极化贴片(9)为具有4个C型镂空结构(11)的正方形切角贴片,该正方形边长为p,两个切角为对角,切角是边长为 t_b ,底角为 45° 的等腰直角三角形;馈电点位于圆极化贴片(9)上且与圆极化贴片(9)的中心距离为 f_x ;

两条寄生带条(10)分别位于圆极化贴片(9)相邻的两边的外侧,每个所述的寄生带条(10)宽度为 w_1 ,长度为 c_p ,每个寄生带条(10)与圆极化贴片(9)的距离为 p_s ,两条寄生带条(10)分别通过PIN二极管(12)和接地过孔(13)与金属地板层(3)连接。

3. 根据权利要求2所述的一种圆极化定频波束扫描漏波天线,其特征在于,所述的4个C型镂空结构(11)的尺寸相同,C型镂空结构(11)的长臂长度为 l_1 ,短臂长度为 l_2 ,缝隙宽度为 w_s ,4个C型镂空结构(11)呈中心对称分布,相邻C型镂空结构(11)的摆放角度相差 90° 。

4. 根据权利要求3所述的一种圆极化定频波束扫描漏波天线,其特征在于,同排相邻的圆极化辐射单元(8)间的距离为 d_1 ,不同排的圆极化辐射单元(8)间交错间距为 d_2 ;不同排的圆极化辐射单元(8)呈镜像分布。

5. 根据权利要求4所述的一种圆极化定频波束扫描漏波天线,其特征在于,所述的金属辐射层(1)的参数取值范围为:

$0.15\lambda_0 \leq d_1 \leq 0.50\lambda_0$ 、 $0 \leq d_2 \leq 0.25\lambda_0$ 、 $0.1\lambda_0 \leq p \leq 0.35\lambda_0$ 、 $0.01\lambda_0 \leq t_b \leq 0.05\lambda_0$ 、 $0.02\lambda_0 \leq l_1 \leq 0.14\lambda_0$ 、 $0 \leq l_2 \leq 0.10\lambda_0$ 、 $0.003\lambda_0 \leq w_s \leq 0.06\lambda_0$ 、 $0.005\lambda_0 \leq f_x \leq 0.3\lambda_0$ 、 $0.01\lambda_0 \leq w_1 \leq 0.08\lambda_0$ 、 $0.05\lambda_0 \leq c_p \leq 0.4\lambda_0$ 和 $0.003\lambda_0 \leq p_s \leq 0.05\lambda_0$,其中 λ_0 为自由空间波长。

6. 根据权利要求5所述的一种圆极化定频波束扫描漏波天线,其特征在于,所述的金属馈电层(6)包括微带传输线(16)和馈电枝节(17),馈电枝节(17)位于微带传输线(16)的两侧且交错分布,馈电枝节(17)的一端与馈电点连接,馈电枝节(17)的另一端与微带传输线(16)连接。

7. 根据权利要求6所述的一种圆极化定频波束扫描漏波天线,其特征在于,所述的金属辐射层(1)的馈电点与金属馈电层(6)的馈电点相对,圆极化辐射单元(8)的馈电点通过馈电金属探针(7)与金属馈电层(6)的馈电点连接。

8. 根据权利要求7所述的一种圆极化定频波束扫描漏波天线,其特征在于,所述的微带传输线(16)的宽度为 w_2 ,馈电枝节(17)的宽度为 w_3 ,长度为 l_3 。

9. 根据权利要求8所述的一种圆极化定频波束扫描漏波天线,其特征在于,所述的金属馈电层(6)的参数取值范围为:

$0.01\lambda_0 \leq w_2 \leq 0.05\lambda_0, 0.004\lambda_0 \leq w_3 \leq 0.04\lambda_0, 0.05\lambda_0 \leq l_3 \leq 0.2\lambda_0$,其中 λ_0 为自由空间波长。

10. 根据权利要求8所述的一种圆极化定频波束扫描漏波天线,其特征在于,所述的天线工作频带范围为5.0GHz以上,具体参数取值为:

$d_1 = 15\text{mm}, d_2 = 7.5\text{mm}, p = 8.50\text{mm}, c_p = 1.00\text{mm}, t_b = 1.00\text{mm}, l_1 = 3.00\text{mm}, l_2 = 1.30\text{mm}, f_x = 2.00\text{mm}, w_s = 0.50\text{mm}, p_s = 0.15\text{mm}, w_1 = 0.5\text{mm}, c_p = 6.00\text{mm}, w_2 = 3.00\text{mm}, l_3 = 5.30\text{mm}, w_3 = 0.30\text{mm};$

所述的圆极化辐射单元(8)的个数为40,上层介质基板(2)和下层介质基板(5)的厚度均为1.27mm,介电常数为6.15。

一种圆极化定频波束扫描漏波天线

技术领域

[0001] 本发明涉及一种圆极化定频波束扫描漏波天线,属于微波天线工程技术领域。

背景技术

[0002] 天线是无线通信系统中的关键器件,天线的特性决定着整个通信系统的性能。现代通信系统对于低剖面、低成本、波束扫描天线有着强烈的需求。圆极化波因其具有的抗雨衰和抗多径效应的优势,在现代无线移动通信、卫星通信中以及各种雷达系统有广泛的应用前景。传统相控阵天线具有优秀的波束扫描能力,但传统相控阵天线每个辐射单元都配装有一套独立的发射/接收(T/R)组件。大量T/R组件的存在,导致相控阵造价高昂,同时复杂的散热结构不但造成相控阵天线体积庞大、重量重,且影响天线的电磁特性。反射阵和透射阵天线与相控阵天线相比,反射阵和透射阵天线虽然不需要复杂的功率分配网络,规避了大量T/R组件的使用,有效降低了天线成本,但是天线中馈电喇叭和天线阵面需要保持一定的距离,使得天线整体剖面明显提高,难以满足现代通信系统对于天线低剖面、小型化、集成化的需求。

[0003] 漏波天线是一种具有结构简单、剖面低和波束扫描的特点的天线。通过在漏波天线单元中加载一些可调谐器件,如二极管、铁氧体材料、液晶等,可以方便地实现定频波束扫描。因此,提供一种具有小型化和低成本优势的圆极化定频波束扫描漏波天线,对于提高现代无线通信、雷达、导航系统的整体性能水平具有重要意义。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种具有低剖面,低成本,波束扫描,圆极化的特点的圆极化定频波束扫描漏波天线。

[0005] 本发明的技术方案:

[0006] 一种圆极化定频波束扫描漏波天线,该天线由上到下包括金属辐射层1、上层介质基板2、金属地板层3、介质基板粘合层4、下层介质基板5和金属馈电层6,所述的金属辐射层1和金属地板层3分别位于上层介质基板2的上表面和下表面;所述的上层介质基板2和下层介质基板5通过介质基板粘合层4粘合成一个整体;所述的金属馈电层6位于下层介质基板5的下表面,所述的金属地板层3具有镂空结构,防止馈电金属探针与金属地板层形成短路;

[0007] 以上层介质板2的长度方向为y轴方向,宽度方向为x方向,高度方向为z轴方向;

[0008] 所述的金属辐射层1由金属薄膜制成包括两排圆极化辐射单元8,每排所述的圆极化辐射单元8沿y轴方向在上层介质板2的上表面等距分布,相邻排的圆极化辐射单元8交错或正对排列,每个圆极化辐射单元8均有1个为其馈电的馈电点,馈电金属探针7依次穿过下层介质基板5、介质基板粘合层4、金属地板层3的镂空结构和上层介质基板2连接金属辐射层1和金属馈电层6。

[0009] 进一步限定,圆极化辐射单元8包括圆极化贴片9、两条寄生带条10和两个接地过孔13。

[0010] 更进一步限定,圆极化贴片9为具有4个C型镂空结构11的正方形切角贴片,正方形边长为 p ,两个切角为对角,切角是边长为 t_b ,底角为 45° 的等腰直角三角形,用于实现圆极化辐射;馈电点位于圆极化贴片9上且与圆极化贴片9的中心距离为 f_x 。

[0011] 更进一步限定,两条寄生带条10分别位于圆极化贴片9相邻两边的外侧,每个所述的寄生带条10宽度为 w_1 ,长度为 c_p ,每个寄生带条10与圆极化贴片9的距离为 p_s ,两条寄生带条10分别通过二极管和接地过孔13与金属地板层3连接。

[0012] 进一步限定,4个C型镂空结构11的尺寸相同,C型镂空结构11的长臂长度为 l_1 ,短臂长度为 l_2 ,缝隙宽度为 w_s ,4个C型镂空结构11呈中心对称分布,相邻C型镂空结构11的摆放角度相差 90° 。

[0013] 进一步限定,同排相邻的圆极化辐射单元8间的距离为 d_1 ,不同排的圆极化辐射单元8间交错间距为 d_2 ;不同排的圆极化辐射单元8之间呈镜像分布。

[0014] 更进一步限定,金属辐射层1的参数取值范围为:

[0015] $0.15\lambda_0 \leq d_1 \leq 0.50\lambda_0$ 、 $0 \leq d_2 \leq 0.25\lambda_0$ 、 $0.1\lambda_0 \leq p \leq 0.35\lambda_0$ 、 $0.01\lambda_0 \leq t_b \leq 0.05\lambda_0$ 、 $0.02\lambda_0 \leq l_1 \leq 0.14\lambda_0$ 、 $0 \leq l_2 \leq 0.10\lambda_0$ 、 $0.003\lambda_0 \leq w_s \leq 0.06\lambda_0$ 、 $0.005\lambda_0 \leq f_x \leq 0.3\lambda_0$ 、 $0.01\lambda_0 \leq w_1 \leq 0.08\lambda_0$ 、 $0.05\lambda_0 \leq c_p \leq 0.4\lambda_0$ 和 $0.003\lambda_0 \leq p_s \leq 0.05\lambda_0$,其中 λ_0 为自由空间波长。

[0016] 进一步限定,金属馈电层6包括微带传输线16和馈电枝节17,馈电枝节17位于微带传输线16的两侧且交错分布,馈电枝节17的一端与馈电点连接,馈电枝节17的另一端与微带传输线16连接。

[0017] 进一步限定,金属辐射层1的馈电点与金属馈电层6的馈电点相对,圆极化辐射单元8的馈电点通过馈电金属探针7与金属馈电层6的馈电点连接。

[0018] 进一步限定,微带传输线16的宽度为 w_2 ,馈电枝节17的宽度为 w_3 ,长度为 l_3 。

[0019] 更进一步限定,金属馈电层6的参数取值范围为:

[0020] $0.01\lambda_0 \leq w_2 \leq 0.05\lambda_0$ 、 $0.004\lambda_0 \leq w_3 \leq 0.04\lambda_0$ 、 $0.05\lambda_0 \leq l_3 \leq 0.2\lambda_0$,其中 λ_0 为自由空间波长。

[0021] 更进一步限定,天线工作频带范围为5.0GHz以上,具体参数取值为:

[0022] $d_1 = 15\text{mm}$ 、 $d_2 = 7.5\text{mm}$ 、 $p = 8.50\text{mm}$ 、 $c_p = 1.00\text{mm}$ 、 $t_b = 1.00\text{mm}$ 、 $l_1 = 3.00\text{mm}$ 、 $l_2 = 1.30\text{mm}$ 、 $f_x = 2.00\text{mm}$ 、 $w_s = 0.50\text{mm}$ 、 $p_s = 0.15\text{mm}$ 、 $w_1 = 0.5\text{mm}$ 、 $c_p = 6.00\text{mm}$ 、 $w_2 = 3.00\text{mm}$ 、 $l_3 = 5.30\text{mm}$ 、 $w_3 = 0.30\text{mm}$;

[0023] 圆极化辐射单元8的个数为40,上层介质基板2和下层介质基板5的厚度均为1.27mm,介电常数为6.15。

[0024] 本发明具有以下有益效果:本发明提供的圆极化定频波束扫描漏波天线通过调控每个辐射单元的辐射能量,获得定频波束扫描能力。具体的通过在不同寄生带条与金属地板层之间加载正向或反向的直流偏置电压,实现对两个PIN二极管开关状态的分别控制,为了保证圆极化辐射单元的圆极化特性,两个PIN二极管开关状态要保持相同(同时为导通或者同时为断开),当直流偏置电压控制两个PIN二极管在“导通”和“断开”两种状态间切换时,圆极化辐射单元的工作频率将发生变化,而工作频率的变化则意味着圆极化辐射单元所辐射电磁波的大小和相位将发生变化,即实现偏置电压对圆极化辐射单元辐射电磁波的调控效果。此外,本发明还具有以下优点:

[0025] (1) 利用上述圆极化辐射单元辐射电磁波的调控特性,结合适当的电磁波束合成

算法以及相应的偏置电压控制电路,可以实现整个圆极化定频波束扫描漏波天线的电磁波束扫描或电磁波束赋形;

[0026] (2) 本发明采用串行馈电网络,因此相比于相控阵具有低剖面、小型化、集成度高的优势;

[0027] (3) 本发明提供的天线不需要任何的TR组件或TR芯片,只需要简单的二极管就可以实现波束扫描,具有成本低廉的优点。

附图说明

[0028] 图1为本发明提供的圆极化定频波束扫描漏波天线的三维结构示意图;

[0029] 图2为金属辐射层的结构示意图;

[0030] 图3为图2中圆极化辐射单元的放大示意图;

[0031] 图4为图2中A-A处剖面图;

[0032] 图5为金属馈电层结构示意图;

[0033] 图6为实施例1的天线在5.0GHz的远场方向图仿真结果;

[0034] 图中1-金属辐射层,2-上层介质基板,3-金属地板层,4-介质基板粘合层,5-下层介质基板,6-金属馈电层,7-馈电金属探针,8-圆极化辐射单元,9-圆极化贴片,10-寄生带条,11-C型镂空结构,12-PIN二极管,13-接地过孔,14-馈电点,15-金属地板层的镂空结构,16-微带传输线,17-馈电枝节。

具体实施方式

[0035] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0036] 下述实施例中所使用的实验方法如无特殊说明均为常规方法。所用材料、试剂、方法和仪器,未经特殊说明,均为本领域常规材料、试剂、方法和仪器,本领域技术人员均可通过商业渠道获得。

[0037] 实施例1:

[0038] 如图1和图4所示,该圆极化定频波束扫描漏波天线由上到下包括金属辐射层1、上层介质基板2、金属地板层3、介质基板粘合层4、下层介质基板5和金属馈电层6,所述的金属辐射层1和金属地板层3分别位于上层介质基板2的上表面和下表面;所述的上层介质基板2和下层介质基板5通过介质基板粘合层4粘合;所述的金属馈电层6位于下层介质基板5的下表面,所述的金属地板层3具有镂空结构。

[0039] 如图2所示,金属辐射层1包括两排圆极化辐射单元8,每排所述的圆极化辐射单元8沿y轴方向在上层介质板2的上表面等距分布,相邻排的圆极化辐射单元8交错或正对排列,每个圆极化辐射单元8均有1个为其馈电的馈电点,馈电金属探针7依次穿过下层介质基板5、介质基板粘合层4、金属地板层3的镂空结构和上层介质基板2连接金属辐射层1和金属馈电层6;同排相邻的圆极化辐射单元8间的距离为 d_1 ,不同排的圆极化辐射单元8间交错间距为 d_2 ;不同排的圆极化辐射单元8之间呈镜像分布。

[0040] 如图3所示,圆极化辐射单元8包括圆极化贴片9、两条寄生带条10和两个接地过孔

13;圆极化贴片9为具有4个C型镂空结构11的正方形切角贴片,正方形边长为 p ,两个切角为对角,切角是边长为 t_b ,底角为 45° 的等腰直角三角形;馈电点位于圆极化贴片9上且与圆极化贴片9的中心距离为 f_x ;两条寄生带条10分别位于圆极化贴片9相邻两边的外侧,每个所述的寄生带条10宽度为 w_1 ,长度为 c_p ,每个寄生带条10与圆极化贴片9的距离为 p_s ,两条寄生带条10分别通过PIN二极管12和接地过孔13与金属地板层3连接。4个C型镂空结构11的尺寸相同,C型镂空结构11的长臂长度为 l_1 ,短臂长度为 l_2 ,缝隙宽度为 w_s ;4个C型镂空结构11呈中心对称分布,相邻C型镂空结构11的摆放角度相差 90° ,4个C型镂空结构11是为了圆极化贴片能够在更低的频率上发生电磁谐振,从而实现天线小型化的目的。

[0041] 如图5所示,金属馈电层6包括微带传输线16和馈电枝节17,馈电枝节17位于微带传输线16的两侧且交错分布,馈电枝节17的一端与馈电点连接,馈电枝节17的另一端与微带传输线16连接;金属辐射层1的馈电点与金属馈电层6的馈电点相对,圆极化辐射单元8的馈电点通过馈电金属探针7与金属馈电层6的馈电点连接;微带传输线16的宽度为 w_2 ,馈电枝节17的宽度为 w_3 ,长度为 l_3 。

[0042] 设定该圆极化定频波束扫描漏波天线的结构参数如下:

[0043] $p=8.50\text{mm}$ 、 $c_p=1.00\text{mm}$ 、 $t_b=1.00\text{mm}$ 、 $l_1=3.00\text{mm}$ 、 $l_2=1.30\text{mm}$ 、 $f_x=2.00\text{mm}$ 、 $w_s=0.50\text{mm}$ 、 $p_s=0.15\text{mm}$ 、 $w_1=0.5\text{mm}$ 、 $c_p=6.00\text{mm}$; $w_2=3.00\text{mm}$ 、 $l_3=5.30\text{mm}$ 、 $w_3=0.30\text{mm}$;

[0044] 同排圆极化辐射单元间的间距 $d_1=15\text{mm}$,不同排的单元交错的间距 $d_2=7.5\text{mm}$,圆极化辐射单元8个数为40;

[0045] 上层介质基板2和下层介质基板5厚度均为 1.27mm ,介电常数为6.15。

[0046] 该圆极化定频波束扫描漏波天线在 5.0GHz 的远场方向图仿真结果如图6,在 5.0GHz 的辐射特性参数仿真结果如表1所示。

[0047] 表1 5.0GHz 的辐射特性参数仿真结果

编号	设计角度 $\theta_0(^{\circ})$	增益 (dBic)	主波束 轴比(dB)	波束宽度 ($^{\circ}$)	副瓣电平 (dB)
1	-60	9.9	6.4	14.4	-6.5
2	-50	10.1	5.2	14.1	-8.5
3	-40	11.6	3	10.8	-9
4	-30	10.5	2.9	10.4	-6
5	-20	11.3	0.7	9.4	-8.7
6	-10	11.0	1.1	8.6	-9.2
7	0	11.5	3.2	8.2	-8.5
8	10	11.1	4.1	8.4	-9.0
9	20	12.0	0.9	8.4	-8.6
10	30	12.0	1.7	8.8	-8.4
11	40	11.4	1.2	10.5	-8.2
12	50	10.6	2.5	12.5	-9.1
13	60	11.1	3.7	13.2	-8.7

[0049] 从图6和表1可以看到,该圆极化定频波束扫描漏波天线, 5.0GHz 上可以实现 $\pm 60^\circ$ 的扫描,在 $-40^\circ \sim +50^\circ$ 的扫描范围内实现良好的圆极化辐射特性,轴比小于 3dB 。阵列的峰值增益为 12.0dBic ,最小增益为 9.9dBic ,即该天线阵列表现出良好的圆极化波束扫描特

性。

[0050] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

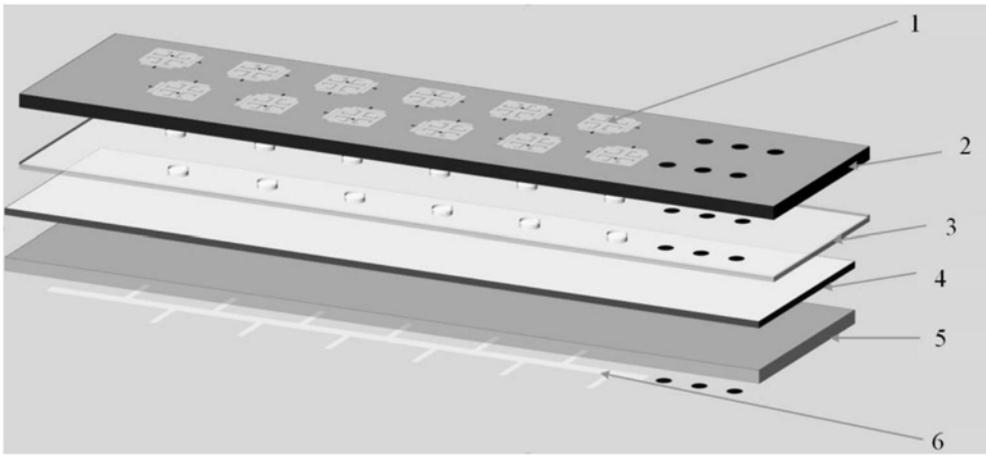


图1

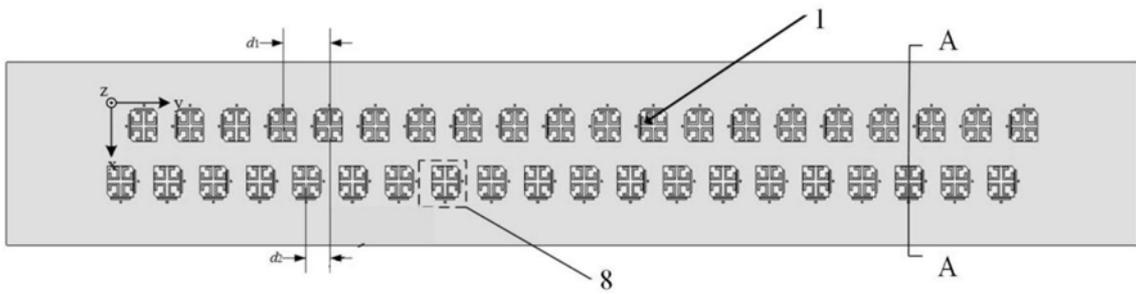


图2

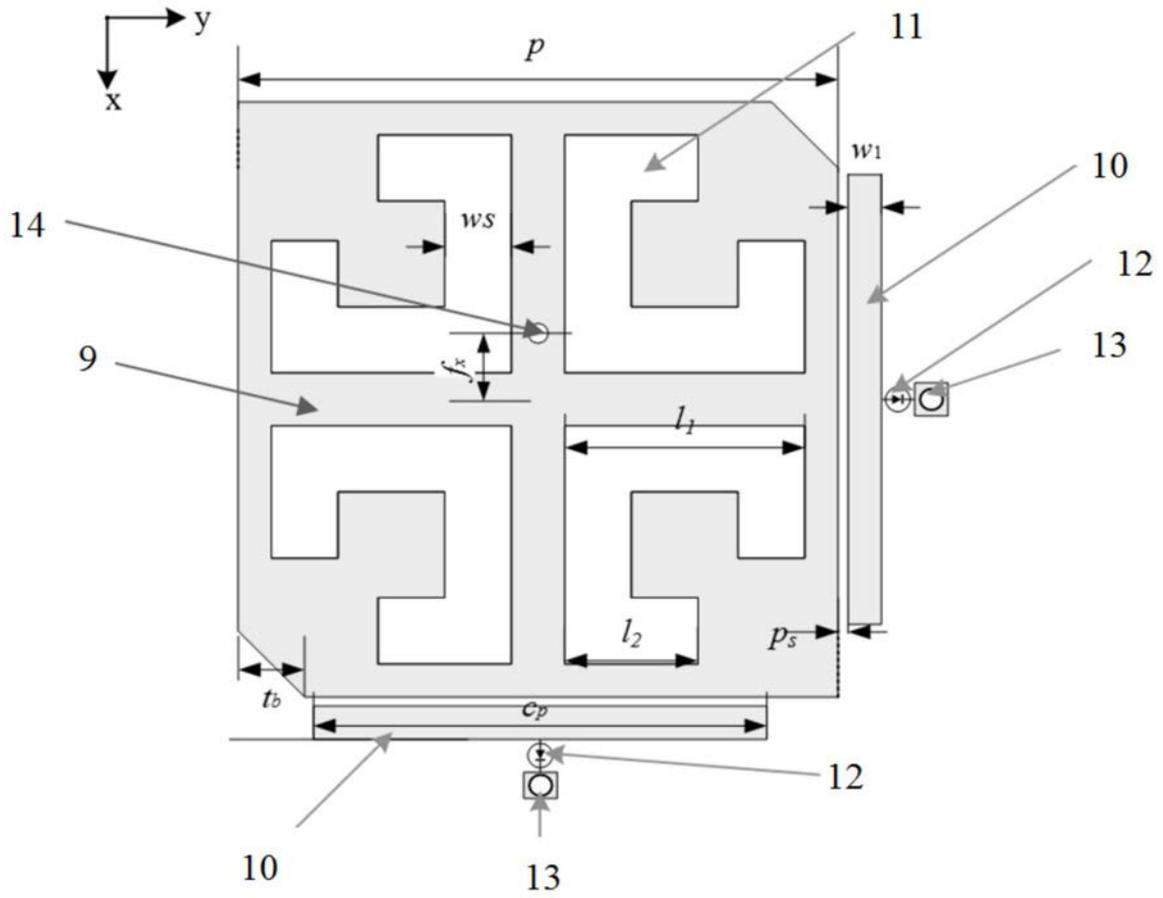


图3

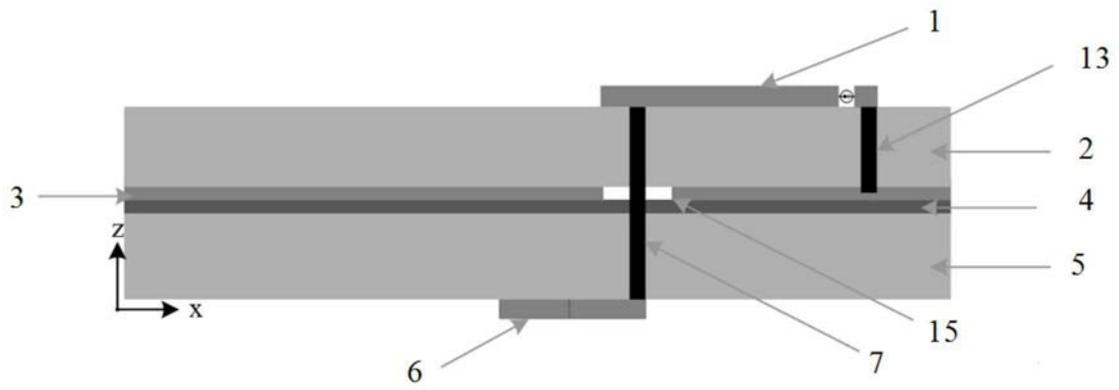


图4

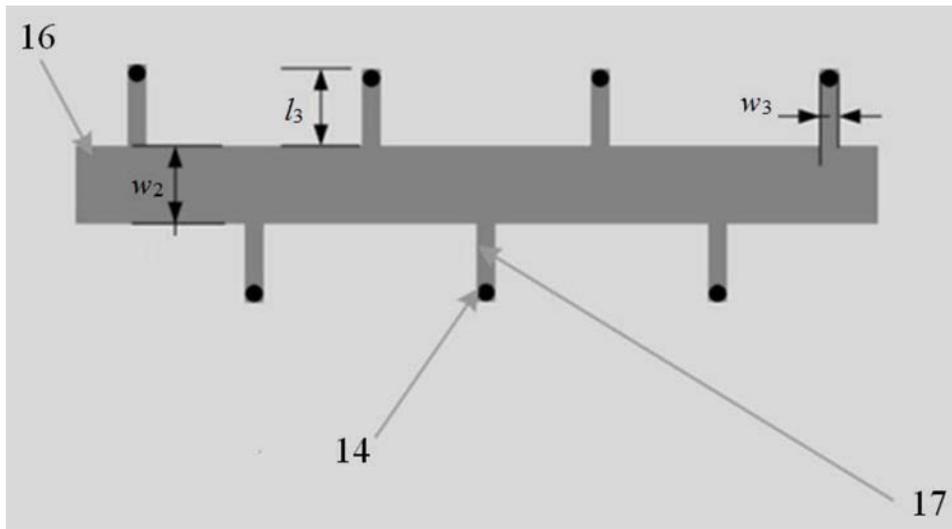


图5

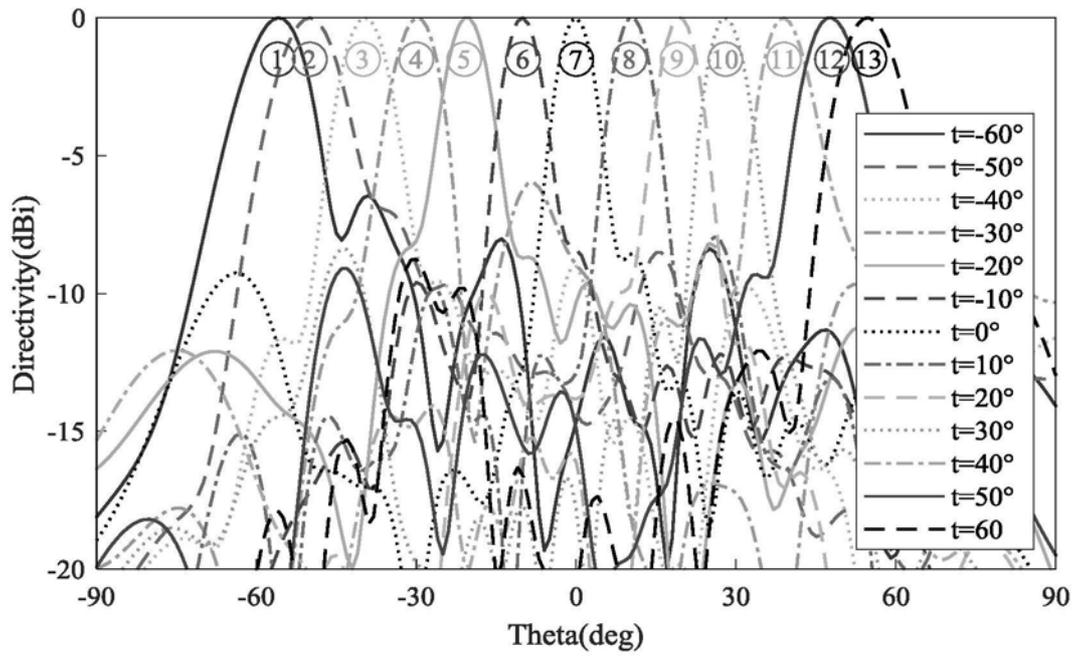


图6