



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107368664 A

(43)申请公布日 2017. 11. 21

(21)申请号 201710648331.X

(22)申请日 2017.08.01

(71)申请人 成都大学

地址 610000 四川省成都市龙泉驿区外东
十陵镇

(72)发明人 高山山 乔惠民

(74)专利代理机构 成都华风专利事务所(普通
合伙) 51223

代理人 徐丰

(51) Int. Cl.

G06F 17/50(2006.01)

H01Q 1/38(2006.01)

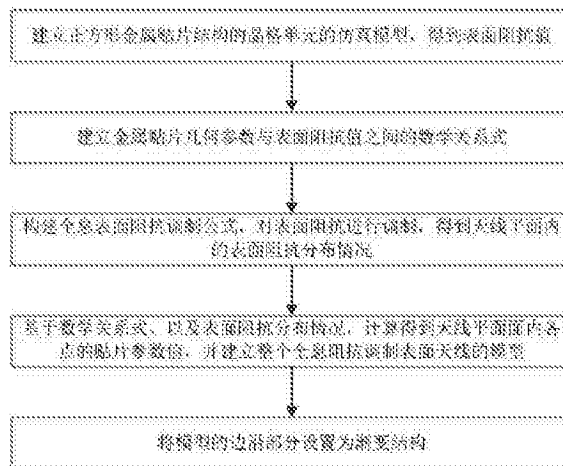
权利要求书1页 说明书4页 附图10页

(54)发明名称

一种高增益低交叉极化的全息阻抗调制表面天线设计方法及天线

(57)摘要

本发明公开了一种高增益低交叉极化的全息阻抗调制表面天线设计方法及天线,设计方法包括以下步骤:建立正方形金属贴片结构的晶格单元的仿真模型,得到表面阻抗值;建立金属贴片几何参数与表面阻抗值之间的数学关系式;构建全息表面阻抗调制公式,对表面阻抗进行调制,得到天线平面内的表面阻抗分布情况;基于数学关系式、以及表面阻抗分布情况,计算得到天线平面内各点的贴片参数值,并建立整个全息阻抗调制表面天线的模型;将模型的边沿部分设置为渐变结构。本发明的设计方法设计得到的天线通过采用渐变结构的全息阻抗调制表面天线形式,能够有效提高天线的增益,降低交叉极化,提高天线的整体性能。



1. 一种高增益低交叉极化的全息阻抗调制表面天线设计方法,其特征在于:包括以下步骤:

S1:建立正方形金属贴片(1)结构的晶格单元的仿真模型,并基于该仿真模型,再求解本征频率,进而得到表面阻抗值;

S2:固定晶格单元的大小,计算得到不同贴片尺寸情况下的表面阻抗值,并建立金属贴片(1)几何参数与表面阻抗值之间的数学关系式;

S3:构建全息表面阻抗调制公式,按照所需天线对包括尺寸、增益和方向图在内的方面的要求,对表面阻抗进行调制,得到天线平面内的表面阻抗分布情况;

S4:基于步骤S2得到的金属贴片(1)几何参数与表面阻抗值之间的数学关系式、以及步骤S3得到的天线平面内的表面阻抗分布情况,计算得到天线平面内各点的贴片参数值,并建立整个全息阻抗调制表面天线的模型;

S5:在步骤S4的建立整个全息阻抗调制表面天线的模型的基础上,将模型的边沿部分设置为渐变结构,所述的渐变结构的焦点位置处放置有单极子天线;并加上介质基板材料,建立全息阻抗调制表面天线的仿真模型;

S6:对步骤S5得到的全息阻抗调制表面天线进行仿真计算。

2. 根据权利要求1所述的一种高增益低交叉极化的全息阻抗调制表面天线设计方法,其特征在于:步骤S1中所述的正方形金属贴片(1)结构的晶格单元的仿真模型包括三层结构,由上至下分别为正方形金属贴片(1)、介质材料(2)和金属地板(3)。

3. 根据权利要求2所述的一种高增益低交叉极化的全息阻抗调制表面天线设计方法,其特征在于:在步骤S1中,在求解本征频率时,需要在所述的晶格单元上由下而上设置第一空气腔(4)和第二空气腔(5),并对仿真模型的边界设置为周期边界条件;同时,第二空气腔(5)设置为理想匹配层。

4. 一种高增益低交叉极化的全息阻抗调制表面天线,其特征在于:采用如权利要求1~3中任意一项所述的方法获得。

一种高增益低交叉极化的全息阻抗调制表面天线设计方法及天线

技术领域

[0001] 本发明涉及天线技术领域,尤其涉及一种高增益低交叉极化的全息阻抗调制表面天线设计方法及天线。

背景技术

[0002] 现代无线通信技术的迅猛发展,对无线通信电子设备提出了更高的要求。一切无线通信都是通过电磁波来收发信号,天线在现代无线通信系统中扮演着重要的角色,电磁波的接收和发射均需要通过天线来完成,它是现代无线通信系统中的核心器件之一,它的电磁特性和物理性能直接影响无线通信系统的整体工作性能。高增益、低交叉极化已成为当前天线研究设计的发展趋势。然而,目前天线设计所采用的传统设计方法有着一些固有的弊端[1-3]。

[0003] 现有技术的缺陷和不足:

[0004] 1.传统反射面天线的剖面较高,不利于系统的集成,其馈源不易遮挡,容易暴露自身的位置;

[0005] 2.传统的透镜天线具有特定的轮廓,体积笨重;

[0006] 3.平面透镜天线制作过程复杂,材料加工的难度较大;

[0007] 4.微带天线阵列需要引入复杂的馈电网络,产生较大的损耗,使得天线的效率大大降低;

[0008] 5.波导缝隙天线频带较窄,难以实现偏离法向的辐射。

[0009] [1]C.Mateo-Segura,A.Dyke,H.Dyke,et al.,Flat luneburg lens via transformation optics for directive antenna applications,IEEE Transactions on Antennas and Propagation,vol.62,no.4,pp.1945-1953,2014;

[0010] [2]X.Wan,W.X.Jiang,H.F.Ma,et al.,A broadband transformation-optics metasurface lens,Applied Physics Letters,vol.104,no.15,pp.151601,2014;

[0011] [3]M.Ando,K.Sakurai,N.Goto,Characteristics of radial line slot antenna for 12GHz band satellite Tv reception,IEEE Transactions on Antennas and Propagation,vol.34,no.10,pp.1269-1272,1986。

发明内容

[0012] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,提供一种高增益低交叉极化的全息阻抗调制表面天线设计方法及天线,解决现有的相关传统技术不能有效实现高增益天线的情况的问题。

[0013] 本发明的目的是通过以下技术方案来实现的:一种高增益低交叉极化的全息阻抗调制表面天线设计方法,包括以下步骤:

[0014] S1:建立正方形金属贴片结构的晶格单元的仿真模型,并基于该仿真模型,再求解

本征频率,进而得到表面阻抗值;

[0015] S2:固定晶格单元的大小,计算得到不同贴片尺寸情况下的表面阻抗值,并建立金属贴片几何参数与表面阻抗值之间的数学关系式;

[0016] S3:构建全息表面阻抗调制公式,按照所需天线对包括尺寸、增益和方向图在内的方面的要求,对表面阻抗进行调制,得到天线平面内的表面阻抗分布情况;

[0017] S4:基于步骤S2得到的金属贴片几何参数与表面阻抗值之间的数学关系式、以及步骤S3得到的天线平面内的表面阻抗分布情况,计算得到天线平面内各点的贴片参数值,并建立整个全息阻抗调制表面天线的模型;

[0018] S5:在步骤S4的建立整个全息阻抗调制表面天线的模型的基础上,将模型的边沿部分设置为渐变结构,所述的渐变结构的焦点位置处放置有单极子天线;并加上介质基板材料,建立全息阻抗调制表面天线的仿真模型;

[0019] S6:对步骤S5得到的全息阻抗调制表面天线进行仿真计算。

[0020] 进一步地,步骤S1中所述的正方形金属贴片结构的晶格单元的仿真模型包括三层结构,由上至下分别为正方形金属贴片、介质材料和金属地板。

[0021] 进一步地,在步骤S1中,在求解本征频率时,需要在所述的晶格单元上由下而上设置第一空气腔和第二空气腔,并对仿真模型的边界设置为周期边界条件;同时,第二空气腔设置为理想匹配层。

[0022] 一种高增益低交叉极化的全息阻抗调制表面天线,采用所述的方法获得。

[0023] 本发明的有益效果是:本发明的设计方法设计得到的天线通过采用渐变结构的全息阻抗调制表面天线形式,能够有效提高天线的增益,降低交叉极化,提高天线的整体性能。同时,本发明设计的全息阻抗调制表面天线具有平面结构,不需要额外引入馈源和馈电网络,结构简单,还能实现偏离法线方向的辐射。

附图说明

[0024] 图1为本发明方法流程图;

[0025] 图2为晶格单元物理结构示意图;

[0026] 图3为晶格单元的仿真模型示意图

[0027] 图4为晶格单元周期边界条件示意图;

[0028] 图5为表面阻抗随正方形贴片尺寸变化的变化情况示意图;

[0029] 图6为全息阻抗调制表面示意图;

[0030] 图7为渐变结构的全息阻抗调制表面示意图;

[0031] 图8为渐变全息阻抗调制表面天线仿真模型示意图;

[0032] 图9为仿真计算得到的反射系数示意图;

[0033] 图10为仿真计算得到的天线方向图;

[0034] 图中,1-金属贴片,2-介质材料,3-金属地板,4-第一空气腔,5-第二空气腔。

具体实施方式

[0035] 下面结合附图进一步详细描述本发明的技术方案:

[0036] 本实施例以设计工作频率为12GHz、主辐射方向偏离法线30°的线极化全息阻抗调

制表面天线为例。

[0037] 如图1所示,一种高增益低交叉极化的全息阻抗调制表面天线设计方法,包括以下步骤:

[0038] S1:建立正方形金属贴片1结构的晶格单元的仿真模型,并基于该仿真模型,再求解本征频率,进而得到表面阻抗值;

[0039] 具体地,选用RogersRT5880的介质板作为介质材料2,该介质板的相对介电常数为2.2,厚度为1.6mm。在仿真软件HFSS里面建立正方形晶格单元的模型,其结构如图2所示,从图上可以看出,该结构由三层结构组成,最上面一层为正方形金属贴片1,中间层为介质材料2,最下面一层为金属地板3。在HFSS仿真软件里面对该结构进行仿真计算,仿真模型如图3所示。为了模拟无限大空间的环境,必须在晶格单元上方一定高度设置辐射边界(Radiation boundary)。从图3中可以看出,在单元晶格上方有一段第一空气腔4,该第一空气腔4是便于利用HFSS进行本征模求解;而第一空气腔4上方还有设置为理想匹配层的第二空气腔5,由于在HFSS本征模求解器中,不能设置辐射边界,所以采用设置第二空气腔5为理想匹配层(PML-perfectmatched layer)的方法加以代替。此外,还需要对仿真模型的边界设置为周期边界条件,而在设置的过程中需要分别对四周进行两次的对面设置,如图4所示。基于该仿真模型,再利用HFSS本征模求解器求解该天线尺寸所对应的本征频率,进而得到表面阻抗。

[0040] S2:固定晶格单元的大小,计算得到不同贴片尺寸情况下的表面阻抗值,并建立金属贴片1几何参数与表面阻抗值之间的数学关系式;

[0041] 具体地,固定晶格单元的大小,改变正方形贴片的物理尺寸,并仿真在不同尺寸下所对应的表面阻抗值,利用MATLAB软件对该曲线进行数值拟合得到的结果如图5所示。图中gap为正方形金属贴片1距离晶格单元边界的距离。从图上可以看出,随着距离的增加,即正方形金属贴片1尺寸变小,表面阻抗值也开始减小。当gap的大小由0.2mm变化到1mm时,表面阻抗值由128.8jΩ变化到了98.49jΩ。基于仿真计算得到的不同贴片尺寸情况下的表面阻抗值,得到贴片参数与表面阻抗之间的数学关系式为:

$$[0042] \quad Z = j(-66.204g^3 + 163.92g^2 - 152.38g + 152.51)$$

[0043] 式中,Z表示表面阻抗值,g表示正方形金属贴片1距离晶格单元边界的距离。

[0044] S3:构建全息表面阻抗调制公式,按照所需天线对包括尺寸、增益和方向图(辐射方向图)在内的方面的要求,对表面阻抗进行调制,得到天线平面内的表面阻抗分布情况;

[0045] 在本实施例中,全息阻抗调制表面天线方向图主瓣方向偏离法向30°,由全息阻抗调制公式得到阻抗表面上各点坐标所对应的表面阻抗Z,从而得到整个表面阻抗的分布情况。而全息阻抗调制公式为:

$$[0046] \quad Z(x, y) = j[X_s + M \cos(k_0 x \sin \theta - k_t r)]$$

[0047] 式中, $r = \sqrt{x^2 + y^2}$,表示表面上各点坐标(x,y)到焦点距离; k_t 表示表面波在阻抗表面上的传播的波数; k_0 表示自由空间中电磁波传播的波数; X_s 表示表面阻抗的平均阻抗大小; M 表示阻抗表面的平均阻抗的调制深度; θ 表示辐射角度。

[0048] S4:基于步骤S2得到的金属贴片1几何参数与表面阻抗值之间的数学关系式、以及步骤S3得到的天线平面内的表面阻抗分布情况,计算得到天线平面内各点的贴片参数值,并建立整个全息阻抗调制表面天线的模型;

[0049] 具体的,根据步骤S3得到的整个表面阻抗的分布情况与步骤S2中的公式,进而得到各点表面阻抗单元晶格所需的贴片尺寸,构造出整个全息阻抗调制表面如图6所示。

[0050] S5:在步骤S4的建立整个全息阻抗调制表面天线的模型的基础上,将模型的边沿部分设置为渐变结构,所述的渐变结构的焦点位置处放置有单极子天线;并加上介质基板材料,建立全息阻抗调制表面天线的仿真模型;

[0051] 具体地,在图6所示的全息阻抗调制表面天线的基础上将表面的边沿部分设计成渐变结构,渐变结构如图7所示,在该结构的焦点位置处放置有单极子天线;在渐变结构的全息阻抗调制表面的基础上加上介质基板材料,建立全息阻抗调制表面天线的仿真模型,如图8所示。

[0052] S6:对步骤S5得到的全息阻抗调制表面天线进行仿真计算。

[0053] 具体地,对图8中的全息阻抗调制表面天线进行仿真计算,得到的反射曲线图如图9所示。从图上可以看出,该天线工作在12GHz附近,-10dB带宽范围从10.3GHz-15.8GHz。计算得到的天线方向图如图10所示,从图上可以看出,该天线的主辐射方向偏离法线 30° 左右,该方向上的增益达到16.7dB。此外,该天线的交叉极化较低,具有优良的性能。

[0054] 基于上述方法的实现,本实施例还提供了一种高增益低交叉极化的全息阻抗调制表面天线,所述的天线采用上述方法获得。

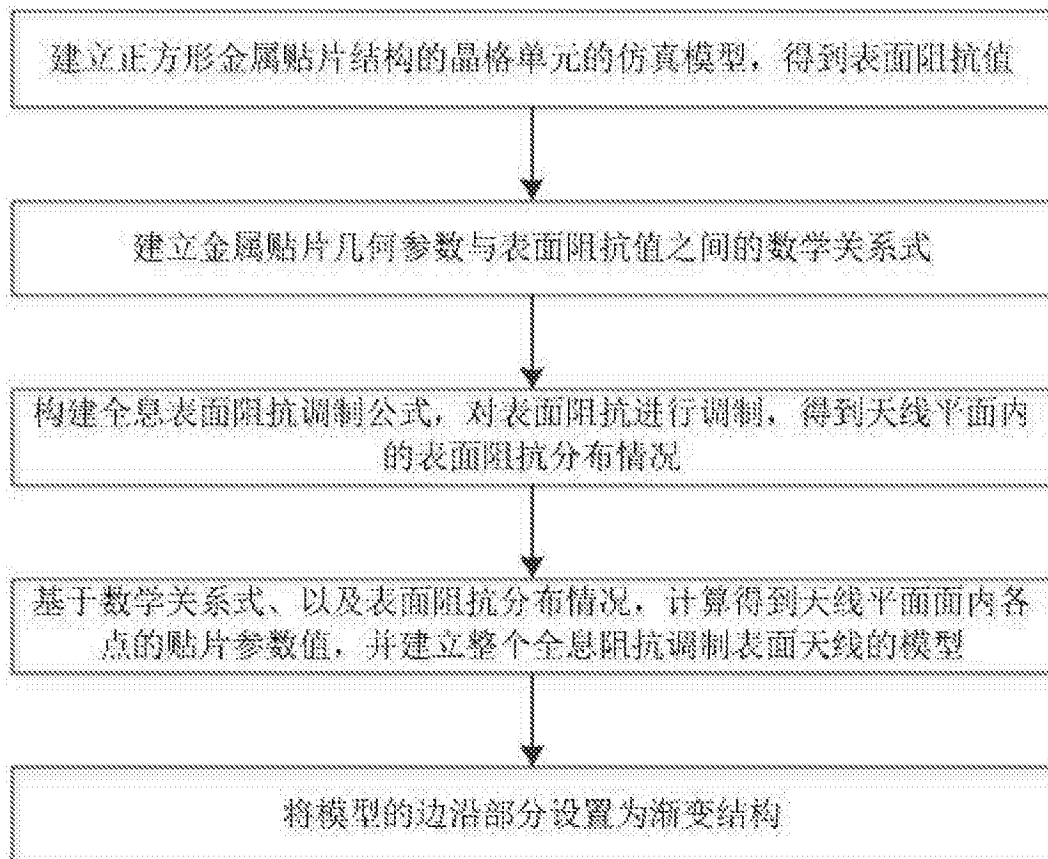


图1

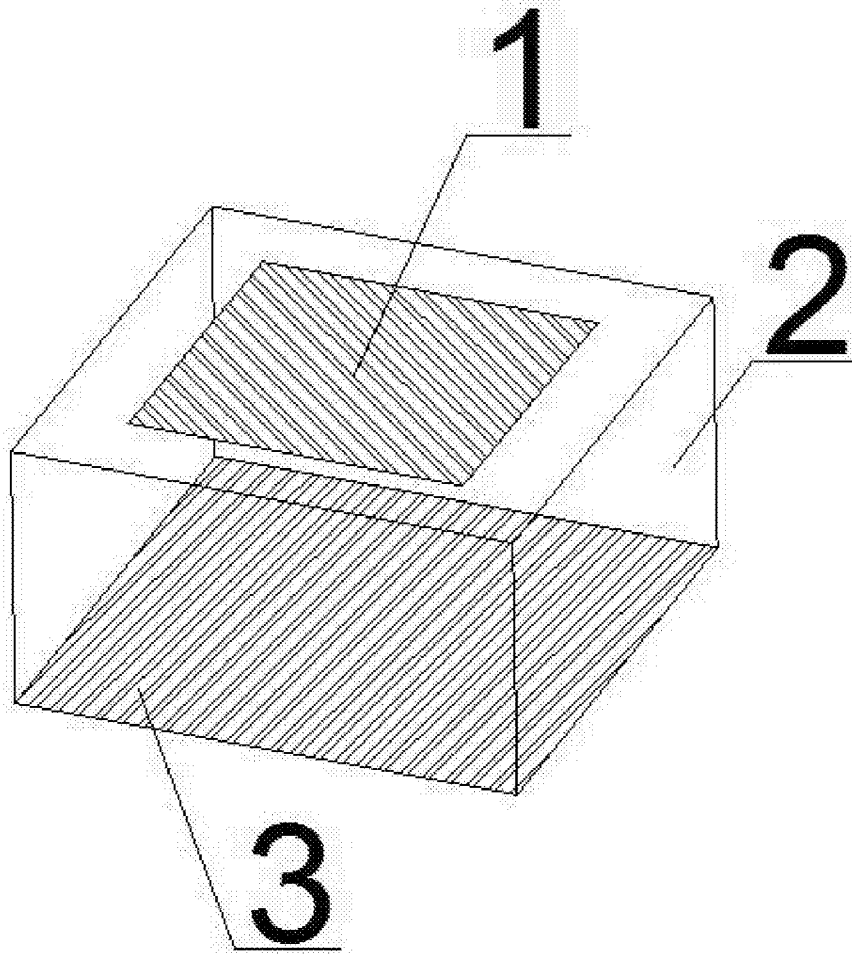


图2

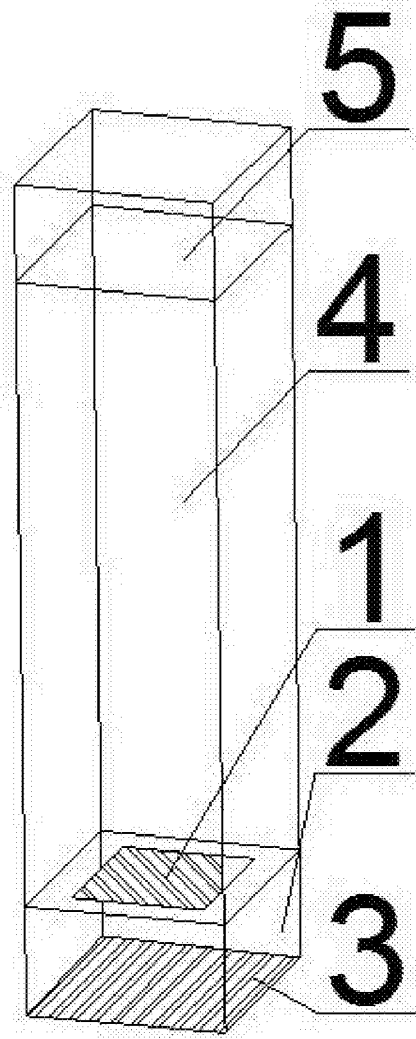


图3

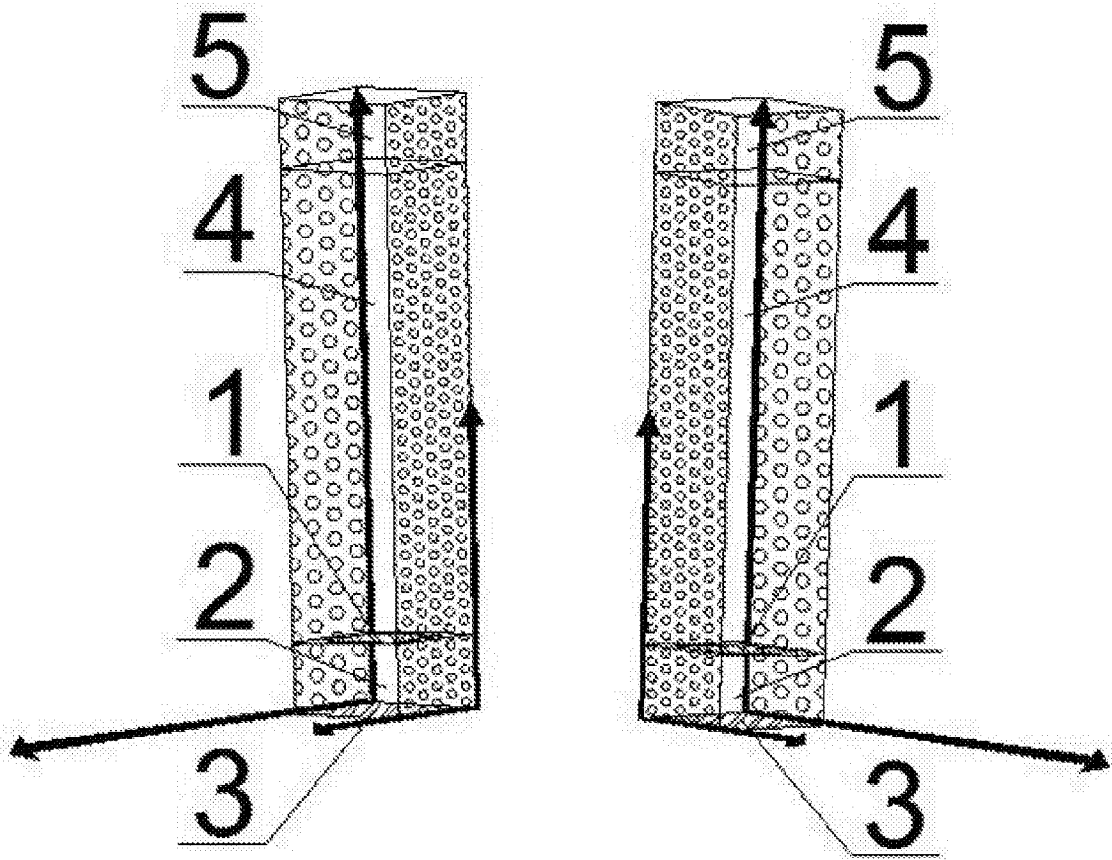


图4

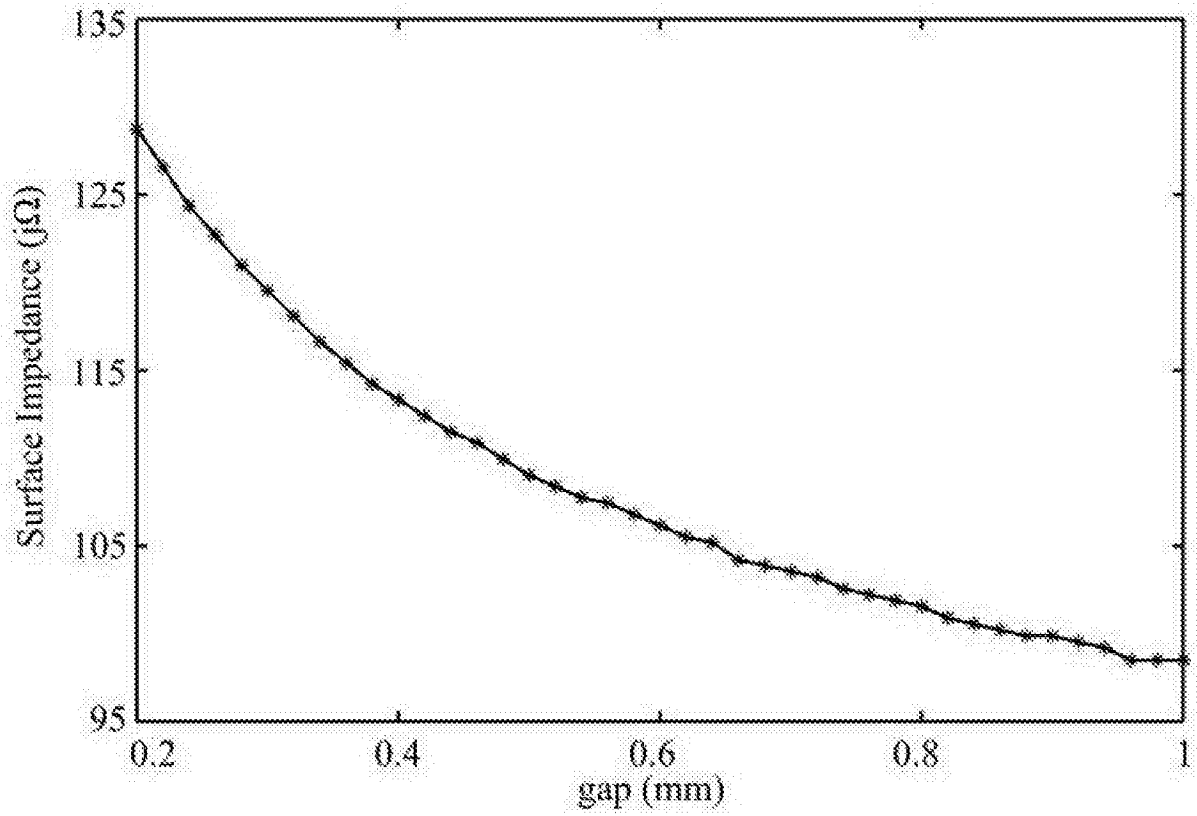


图5

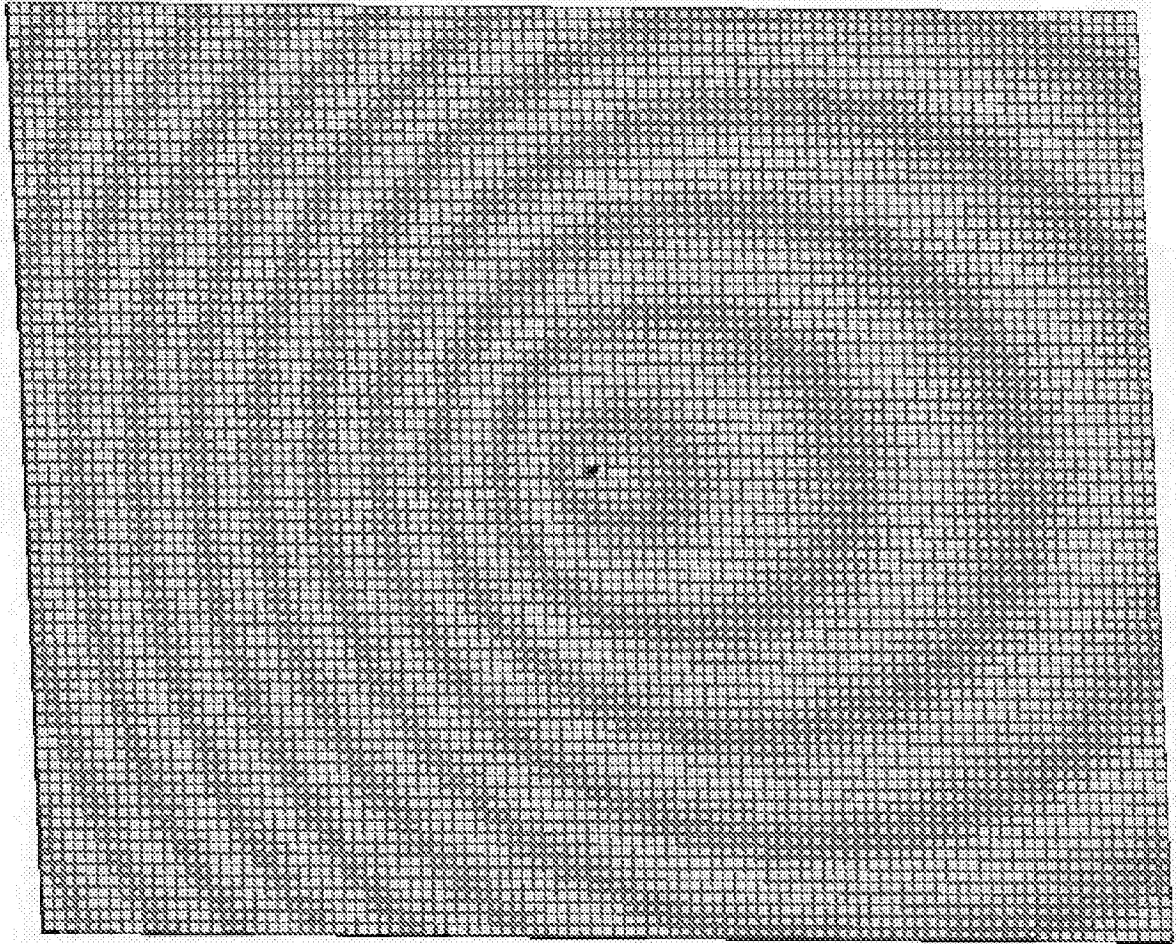


图6

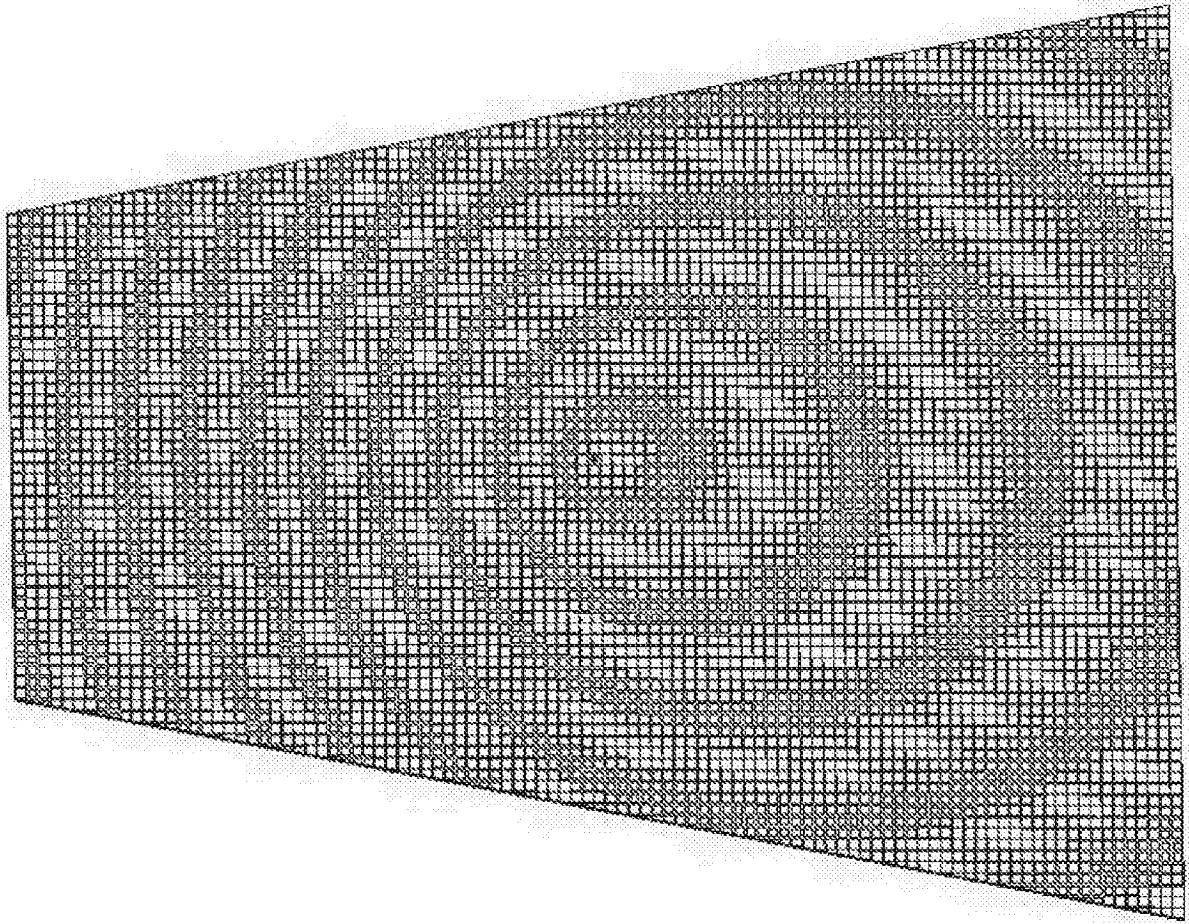


图7

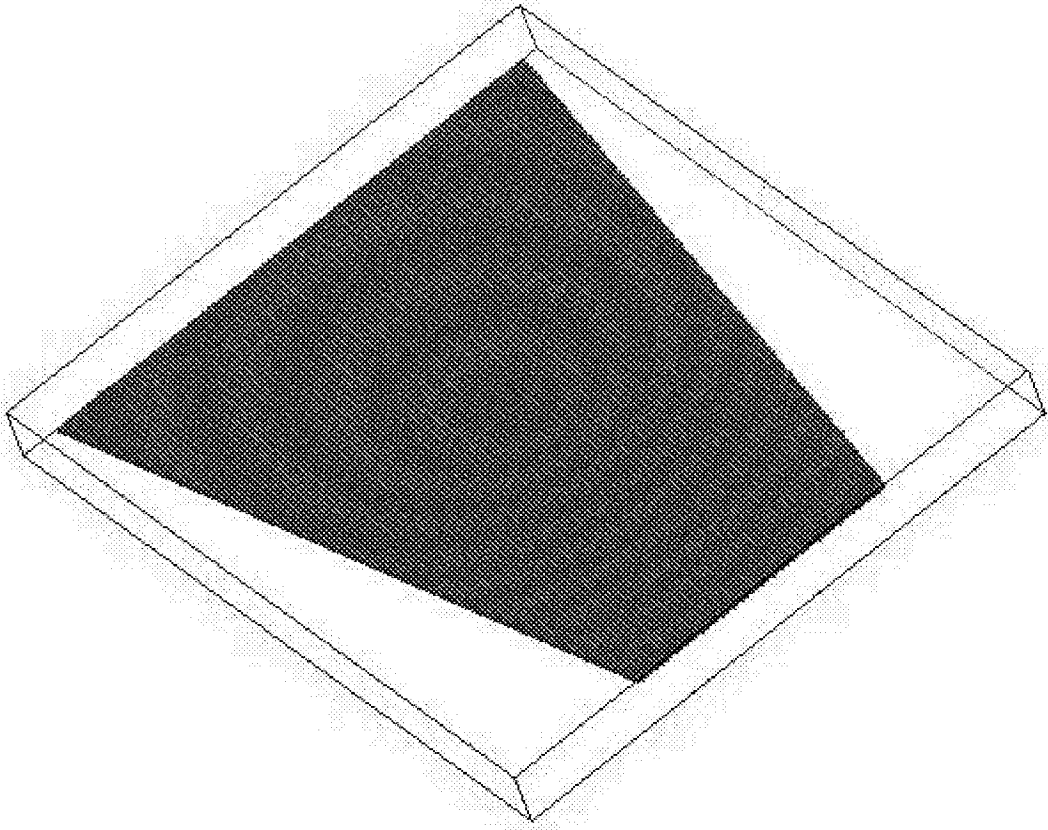


图8

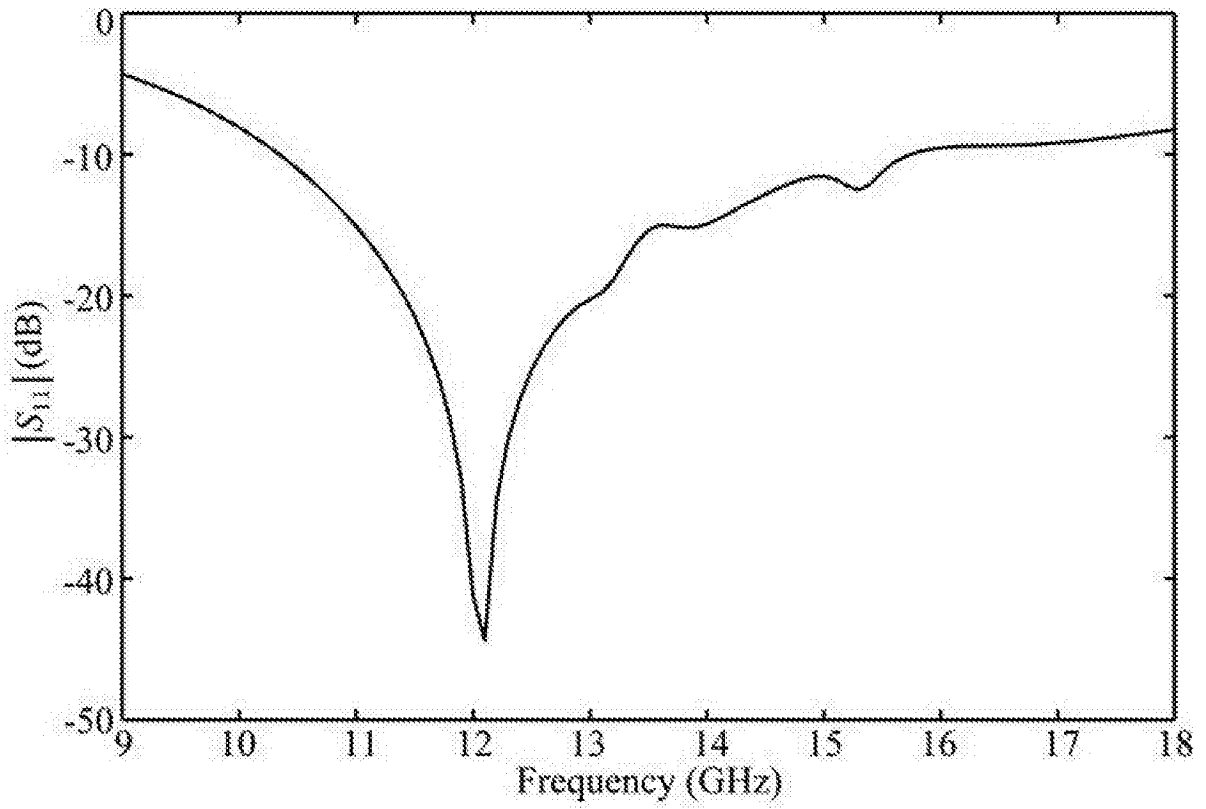


图9

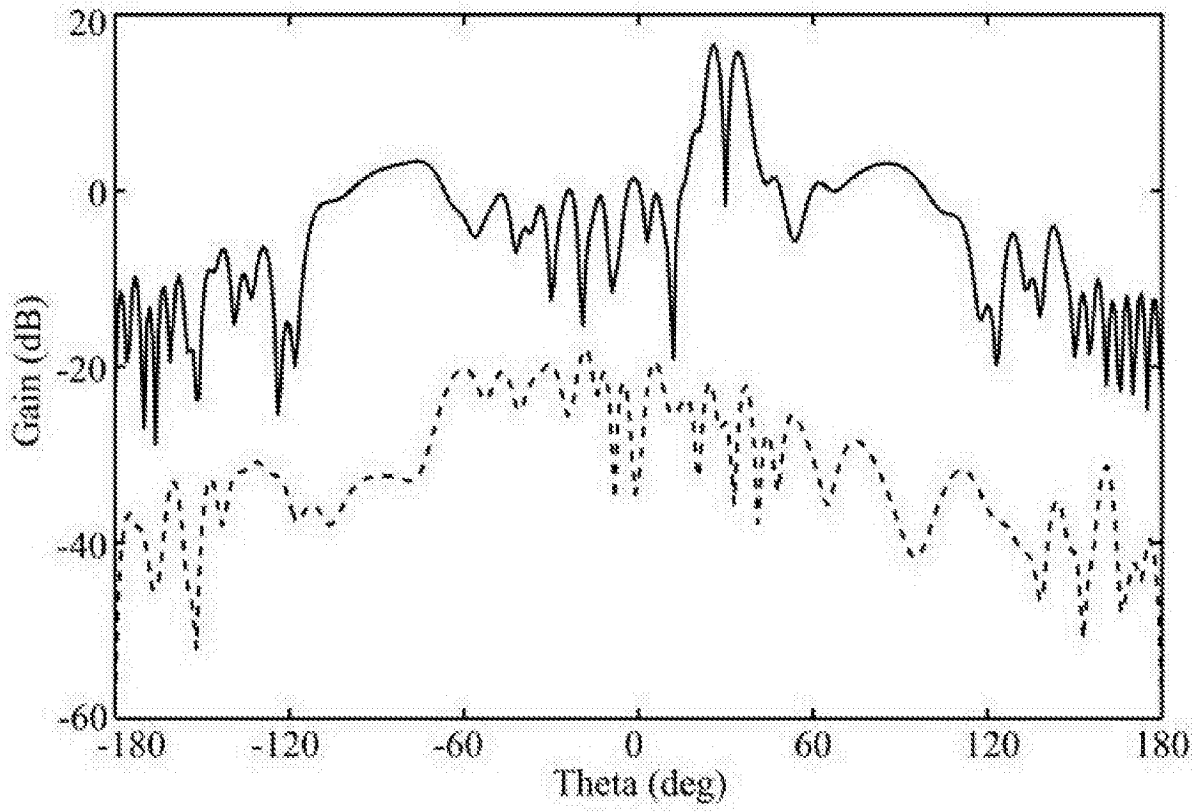


图10