



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112201935 B

(45) 授权公告日 2023.04.07

(21) 申请号 202011059786.6

H01Q 1/48 (2006.01)

(22) 申请日 2020.09.30

H01Q 1/50 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 顾莹莹

申请公布号 CN 112201935 A

(43) 申请公布日 2021.01.08

(73) 专利权人 南通大学

地址 226019 江苏省南通市崇川区嵩园路9号

(72) 发明人 张永伟 施佺 吕先洋 许致火

施佳佳 武强 孙美

(74) 专利代理机构 南京瑞弘专利商标事务所

(普通合伙) 32249

专利代理师 王路

(51) Int. Cl.

H01Q 1/36 (2006.01)

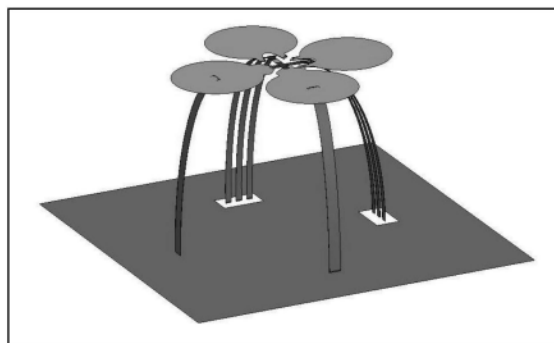
权利要求书2页 说明书4页 附图6页

(54) 发明名称

一种使用柔性共面波导对宽带平面天线馈电的结构及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种使用柔性共面波导对宽带天线馈电的结构,包括宽带平面天线、两组柔性共面波导、两根弯曲传输线、公共地,使用柔性共面波导对宽带天线馈电,宽带平面天线包括一对互相交叉极化的两个天线,每组柔性共面波导包括三根柔性共面波导线,每一个宽带平面天线、一组柔性共面波导、一根弯曲传输线及公共地形成一组环路,柔性共面波导的一端连接一个天线的差分输入端,另一端延伸至公共地下方并提供单端馈电,两组柔性共面波导形成“X”形实现共点馈电。本发明的使用柔性共面波导对宽带天线馈电的结构可实现对宽带天线从差分到单端馈电的转换,柔性设计使共面波导与天线的连接端可以使用导电粘合剂,避免需要承受高温焊接的高成本材料。



1. 一种使用柔性共面波导对宽带天线馈电的结构,其特征在于,包括宽带平面天线、两组柔性共面波导、两根弯曲传输线、公共地,使用柔性共面波导对宽带天线馈电,宽带平面天线包括一对互相交叉极化的两个天线,每组柔性共面波导包括三根柔性共面波导线,每一个宽带平面天线、一组柔性共面波导、一根弯曲传输线及公共地形成一组环路,柔性共面波导的一端连接一个天线的差分输入端,另一端延伸至公共地下方并提供单端馈电,柔性共面波导两边地线的部分连接到天线差分馈电输入紧贴共面波导的一端,柔性共面波导中间的柔性共面波导线连接环路内对面的天线差分馈电输入的另一端;与共面波导中间的波导线连接的天线端通过弯曲传输线连接到公共地,用于实现双极化两组环路中间的柔性共面波导线高低错开,形成“X”形实现对双极化天线的共点馈电。

2. 根据权利要求1所述的一种使用柔性共面波导对宽带天线馈电的结构,其特征在于,柔性共面波导与弯曲传输线具有弯度,其弯曲路径分别符合两个椭圆的形状,柔性共面波导的轮廓为1/4椭圆,两者的一端均为各自椭圆的上顶点,另一端分别为各自椭圆的左顶点和右顶点。

3. 根据权利要求1所述的一种使用柔性共面波导对宽带天线馈电的结构,其特征在于,两组环路中间的柔性共面波导线垂直交叉。

4. 根据权利要求1所述的一种使用柔性共面波导对宽带天线馈电的结构,其特征在于,共面波导的材料为柔性材料。

5. 根据权利要求4所述的一种使用柔性共面波导对宽带天线馈电的结构,其特征在于,柔性材料可以为聚酯纤维。

6. 根据权利要求3所述的一种使用柔性共面波导对宽带天线馈电的结构,其特征在于,共面波导的厚度约为50微米至0.25毫米之间。

7. 根据权利要求4所述的一种使用柔性共面波导对宽带天线馈电的结构,其特征在于,共面波导使用导电胶固定于平面天线的馈电点。

8. 根据权利要求2所述的一种使用柔性共面波导对宽带天线馈电的结构,其特征在于,根据环路谐振的频率和天线的工作频段确定共面波导的弯度,形成的环路的电长度大于工作频段的最高工作频率对应的波长,共面波导和与之对应的弯曲传输线与天线的部分段在公共地上方形成的环路长度应小于最高工作频率对应的波长。

9. 权利要求1-8中任一权利要求所述的一种使用柔性共面波导对宽带天线馈电的结构的设计方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤1), 设定工作频段, 确定差分输入阻抗; 根据所需馈电天线的工作频段, 确定共面波导的工作频段;

步骤2), 根据步骤1确定差分天线端共面波导尺寸; 天线的输入阻抗由天线的结构决定, 作为共面波导设计的依据, 确定共面波导中间传输线的宽度和中间传输线到两边的地间距, 其具体计算方法如下:

$$k = \frac{wt}{wt+2g} k = \frac{wt}{wt+2g} \quad (1)$$

$$k' = \sqrt{1 - k^2} \quad (2)$$

$$\frac{K(k)}{K'(k)} = \frac{\pi}{\ln\left(\frac{2^{1+\sqrt{k'}}}{1-\sqrt{k'}}\right)} \frac{K(k)}{K'(k)} = \frac{\pi}{\ln\left(\frac{2^{1+\sqrt{k'}}}{1-\sqrt{k'}}\right)} \quad (3)$$

$$\epsilon_{re} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} \quad (4)$$

$$Z = \frac{30\pi}{\sqrt{\epsilon_{re}}} \frac{K'(k)}{K(k)} \quad (5)$$

其中,wt为共面波导中间导线线宽,wg为共面波导两边地线线宽,g为共面波导中间导线至地线间距, $\epsilon_r$ 为基板材料的相对介电常数,k、k'、 $\epsilon_{re}$ 为中间变量,Z为波导传输线特征阻抗;

步骤3),共面波导弧度延伸至公共地下方;

步骤4),调整柔性共面波导(CPW)输出端阻抗。

## 一种使用柔性共面波导对宽带平面天线馈电的结构及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种使用柔性共面波导实现对宽带平面阵列天线馈电的结构及方法，属于微波技术领域。

### 背景技术

[0002] 平面天线有多方面的用途，如通信、交通、和射电天文等各领域，特别是宽带、双极化和宽视角的天线阵列近几年在业界有广泛的需求。但这种结构一般为差分结构且大部分有定向要求，因此天线的一面需要有一个公共地以提高指向性。为方便将天线阵列和射频前端集成，需要在天线公共地的另一端馈电，而不是在靠近天线一侧，因此如何在距离天线有一定距离的公共地端实现馈电成为使用平面天线的难点。

### 发明内容

[0003] 发明目的：本发明为了解决对平面阵列天线从差分到单端馈电的转换，提出了一种使用柔性共面波导对宽带平面天线馈电的结构和方法。

[0004] 技术方案：一种使用柔性共面波导对宽带平面天线馈电的结构，包括平面双极化天线、两对柔性共面波导、两根弯曲传输线、公共地，使用柔性共面波导对平面天线馈电，平面天线包括两个互相交叉极化的天线，每组柔性共面波导包括三根柔性共面波导线，其中的一个平面天线、一个柔性共面波导、一根弯曲传输线及公共地形成一组环路，柔性共面波导的一端连接一个天线的差分输入端，另一端延伸至公共地下方提供单端输出。柔性共面波导中间的柔性共面波导线连接一个天线一对辐射体的一边，共面波导两边的地联接到这个天线一对辐射体的另一边。与共面波导相对的一边的天线辐射体通过弯曲传输线连接公共地。两组互相垂直交叉的共面波导和传输线环路中间的柔性共面波导线高低错开，形成“X”形，实现对双极化天线的馈电。

[0005] 进一步地，柔性共面波导与弯曲传输线具有弯度，其弯曲路径分别符合两个椭圆的形状，长度为1/4椭圆，两者的一端均为各自椭圆的上顶点，另一端分别为各自椭圆的左顶点和右顶点。

[0006] 进一步地，两组环路中间的柔性共面波导线垂直交叉。

[0007] 进一步地，共面波导的材料为柔性材料。

[0008] 进一步地，所述柔性材料为聚酯纤维或其它可弯曲的材料。

[0009] 进一步地，共面波导的厚度约为50微米至0.25毫米之间或者其它可无损弯曲的厚度。

[0010] 进一步地，共面波导使用导电胶固定于平面天线的馈电点。

[0011] 进一步地，根据环路谐振的频率和可用频段确定共面波导的弯度，形成的环路的电长度大于工作频段的高频点对应的波长，共面波导和与之对应的传输线与天线的部分段在公共地上方形成的环路长度应小于最高工作频率对应的波长。

[0012] 一种使用柔性共面波导对宽带平面阵列天线馈电的方法，包括如下步骤：

[0013] 步骤1), 确认工作频段, 确定差分段输入阻抗;

[0014] 步骤2), 根据步骤1确定差分天线端共面波导尺寸;

[0015] 步骤3), 共面波导弧度延伸至公共地下方;

[0016] 步骤4), 调整柔性共面波导 (CPW) 输出端阻抗。

[0017] 有益效果: 本发明的一种使用柔性共面波导实现对宽带天线馈电的结构中共面波导线实现对平面天线从差分到单端馈电的转换; 共面波导采用柔性的弯曲结构以实现在同一点纵向交叉实现双极化天线的馈电, 共面波导线弯曲的弯度确保环路引起谐振的频率在可用频段之外, 柔性共面波导与弯曲传输线形成的环路路径可调, 因此可将谐振频率移到工作频段之外。与共面波导对称的弯曲传输线是消除馈线引起的环路谐振的重要组成部分; 可弯曲的共面波导线使用导电胶固定于天线的馈电点, 可以避免使用耐高温材料和进行焊接, 节约成本。

[0018] 柔性共面波导和与之对应的弯曲传输线的尺寸, 如形成环路的长度随着天线的工作频率可以调整和优化, 在公共地上方形成的环路长度应小于所需馈电天线最高工作频率对应的波长。下边的例子以1-4GHz为例, 在公共地上方形成的环路的长度约为75mm, 正好对应本例中工作频段高频点对应的波长。

[0019] 使用柔性共面波导线和平面天线的结合实现低成本的天线阵列制作, 可以完整的使用打印及丝印技术, 不需要昂贵的电路板制作过程。

## 附图说明

[0020] 图1为平面阵加柔性共面波导馈电和对称接地传输线;

[0021] 图2 (a) 柔性共面波导路径图, (b) 为共面波导横截面;

[0022] 图3为反射系数, 天线加柔性共面波导之前和之后, 共面波导有与之对应的对称弯曲传输线;

[0023] 图4为柔性共面波导与对称弯曲传输线与天线端的连接方法;

[0024] 图5为柔性共面波导, 没有对称弯曲传输线;

[0025] 图6为展示对称弯曲传输线的作用, 有效将在3.03GHz的谐振移到4GHz以上;

[0026] 图7为柔性共面波导与对称传输线形成的环路;

[0027] 图8为反射系数, 对称接地传输线在不同的位置;

[0028] 图9为双极化天线间互耦, 对称弯曲传输线在不同的位置, 谐振高频点4.1GHz, 低频点3.8GHz。

[0029] 图10为柔性共面波导与所需馈电天线之间的连接。

## 具体实施方式

[0030] 下面结合附图对本发明作进一步说明:

[0031] 如图1所示, 本发明公开了一种使用柔性共面波导对宽带天线馈电的线路, 以实现一对互相交叉极化的平面天线的馈电为例, 包括所需馈电的宽带天线、两组柔性共面波导、两根弯曲传输线、公共地, 使用柔性共面波导对宽带天线馈电, 宽带天线包括一对互相交叉极化的平面天线, 每组柔性共面波导包括三根柔性共面波导线, 每个天线的一对辐射体、一组柔性共面波导、一根弯曲传输线及公共地形成一组环路, 柔性共面波导的一端连接

所需馈电天线的差分输入端,另一端延伸至公共地下方提供单端输出。柔性共面波导中间的柔性共面波导线连接环路内宽带天线的一个辐射体,共面波导的地连接宽带天线的另一个辐射体。与共面波导相对的天线的辐射体通过弯曲传输线连接公共地,两组环路中间的柔性共面波导线高低错开,形成“X”形,实现同点对双极化天线的馈电;柔性共面波导与弯曲传输线具有弯度,其弯曲路径分别符合两个椭圆的形状,长度为1/4椭圆,两者的一端均为各自椭圆的上顶点,另一端分别为各自椭圆的左顶点和右顶点;共面波导的材料为柔性材料;所述柔性材料为聚酯纤维或者其他可弯曲材料;共面波导的厚度约50微米至0.25mm之间或者其它低损可弯曲的厚度;共面波导使用导电胶固定于宽带天线的馈电点;根据环路谐振的频率和可用频段确定共面波导的弯度,柔性共面波导和与之对应的弯曲传输线,与天线的部分段在公共地上方形成的环路长度应小于所需馈电天线最高工作频率对应的波长。

[0032] 一种使用柔性共面波导对宽带平面阵列天线馈电的方法,包括如下步骤:

[0033] 步骤1), 设定工作频段, 确定差分输入阻抗; 根据所需馈电天线的工作频段, 确定共面波导的工作频段。

[0034] 步骤2), 根据步骤1确定差分天线端共面波导尺寸; 天线的输入阻抗由天线的结构决定, 作为共面波导设计的依据, 确定共面波导中间传输线的宽度和中间传输线到两边的间距。其具体计算方法如下

$$[0035] \quad k = \frac{wt}{wt+2g} \quad (1)$$

$$[0036] \quad k' = \sqrt{1-k^2} \quad (2)$$

$$[0037] \quad \frac{K(k)}{K'(k)} = \frac{\pi}{\ln\left(\frac{1+\sqrt{k'}}{2-\sqrt{k'}}\right)} \quad (3)$$

$$[0038] \quad \epsilon_{re} = \frac{\epsilon_r+1}{2} \quad (4)$$

$$[0039] \quad Z = \frac{30\pi K'(k)}{\sqrt{\epsilon_{re}} K(k)} \quad (5)$$

[0040] 其中, wt为共面波导中间导线线宽, wg为共面波导两边地线线宽, g为共面波导中间导线至地线间距,  $\epsilon_r$ 为基板材料的相对介电常数, k、k'、 $\epsilon_{re}$ 为中间变量, Z为波导传输线特征阻抗。

[0041] 以平面天线120欧姆的差分输入阻抗为例, 为满足此条件, 共面波导设计的参数如表一所示。

[0042] 表一馈电1-4GHz工作频段天线共面波导的参数设置

参数名称	主要参数	说明
h	29mm	共面波导线椭圆路径长轴半径
wt	1mm	共面波导中间导线线宽
wg	1.5mm	共面波导两边地线线宽
g	0.9mm	共面波导中间导线至地线间距
a	14mm	共面波导线椭圆路径短轴半径
b	7.5mm	对称弯曲传输线路径椭圆短轴半径
c	7mm	天线部分线段对波导和对称传输线组成环路

[0043] 步骤3), 共面波导弧度延伸至公共地下方; 确保地上部分形成的环路长度应小于所需馈电天线最高工作频率对应的波长;

[0044] 如图2所示,  $a=7.5\text{mm}$ ,  $b=14\text{mm}$ ,  $c=7\text{mm}$ ,  $h=29\text{mm}$ , 整个环路在公共地上方的有效长度是75.27mm, 对应的频率是4GHz, 是工作频率的上限。如果这个环路的有效长度延长至79.77mm, 对应的频率是3.76GHz, 此时在工作频段内将会观察到一个谐振(3.8GHz), 如图8所示, 因此设计时, 地上部分的环路长度应小于最高工作频率对应的波长。

[0045] 步骤4), 调整柔性共面波导(CPW)输出端阻抗。

[0046] 共面波导在公共地端的单端输出阻抗可以根据步骤1) 按照具体的需要设计, 如最常见的50欧姆, 可设定其参数:  $wt=3\text{mm}$ ,  $g=0.15\text{mm}$ 。

[0047] 图1为共面波导和对称传输线实现对宽带平面结构天线馈电总体示意图

[0048] 如图2(a)、图2(b)所示, 柔性共面波导设计的参数是由两个椭圆的1/4各自确定共面波导和与之对应的弯曲传输线的轮廓和对应的长度, 如图所示, 天线的部分段与共面波导和对称传输线组成环路

[0049] 如图3所示, 对宽带天线进行共面波导馈电, 天线在有无馈电部分前后反射系数的比较。

[0050] 如图4和图10所示, 共面波导和对称传输线在天线端的连接可以通过粘贴导电胶连接。

[0051] 如图5所示, 共面波导没有对称传输线的示意图

[0052] 图6、图8和图9为体现对称传输线对共面波导性能的影响, 共面波导和对称传输线组成的环路的长度对应波导馈电引起的谐振频率。

[0053] 图7所示为共面波导, 对应的弯曲传输线和天线部分段组成的环路示意图

[0054] 以上所述仅是本发明的优选实施方式, 应当指出, 对于本技术领域的普通技术人员来说, 在不脱离本发明原理的前提下, 还可以做出若干改进和润饰, 这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

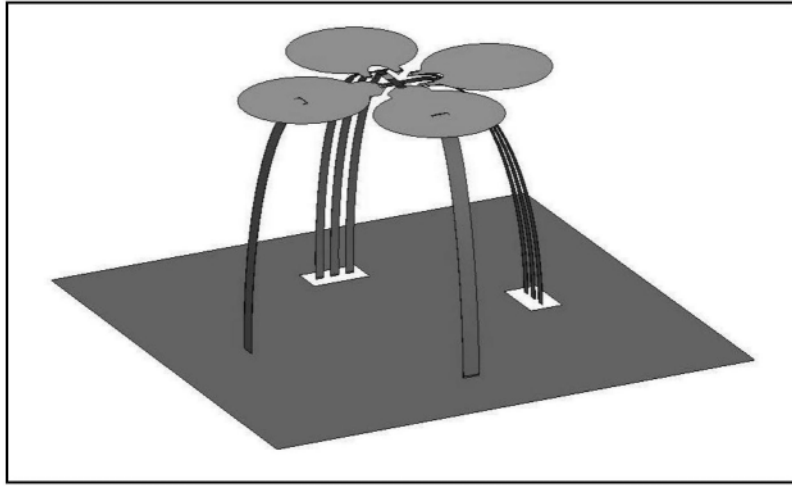
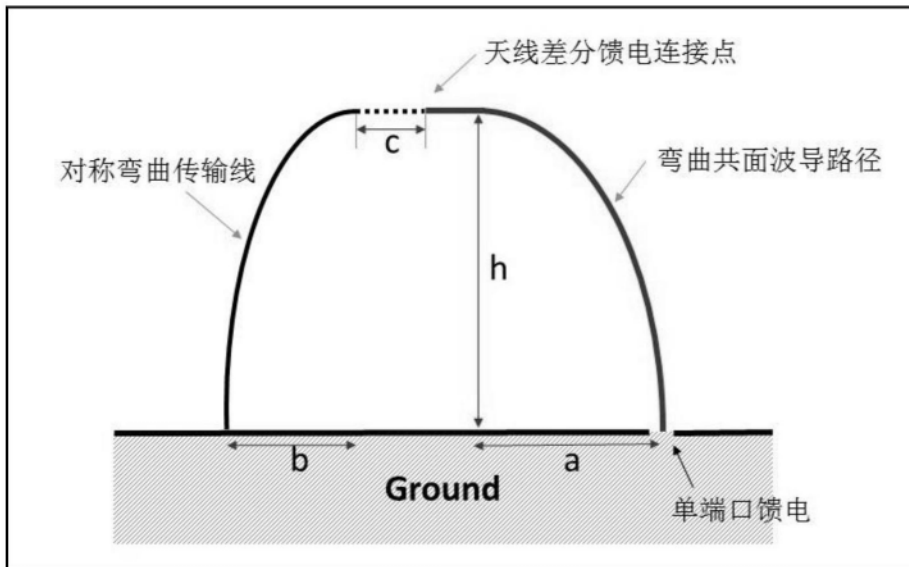
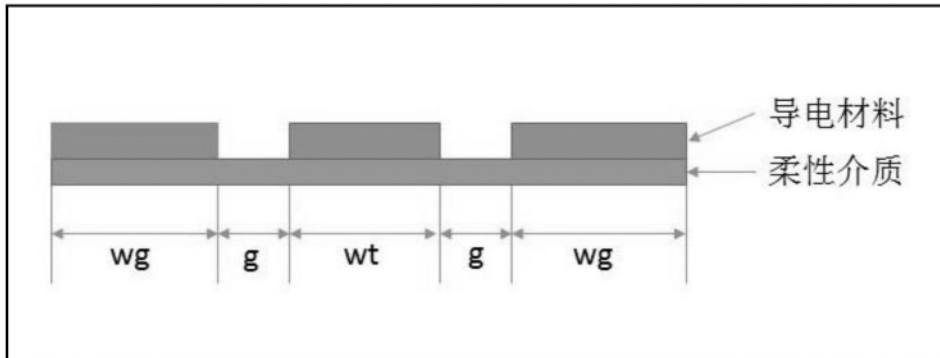


图1



(a)



(b)

图2

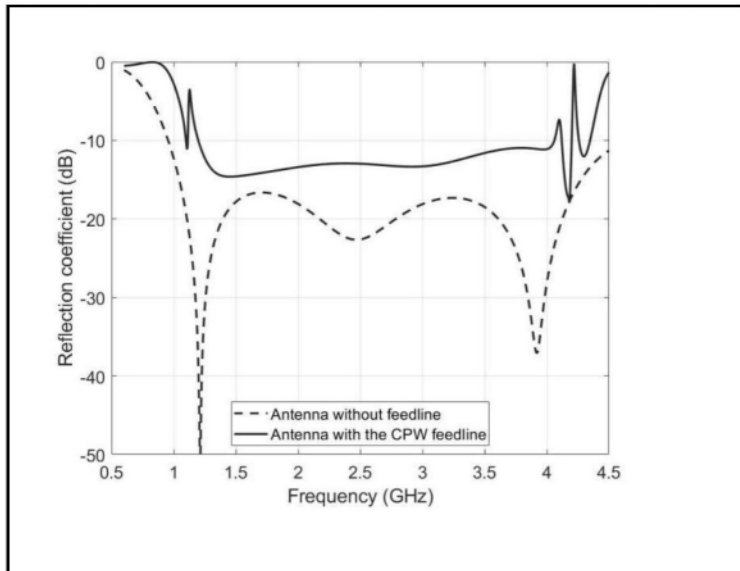


图3

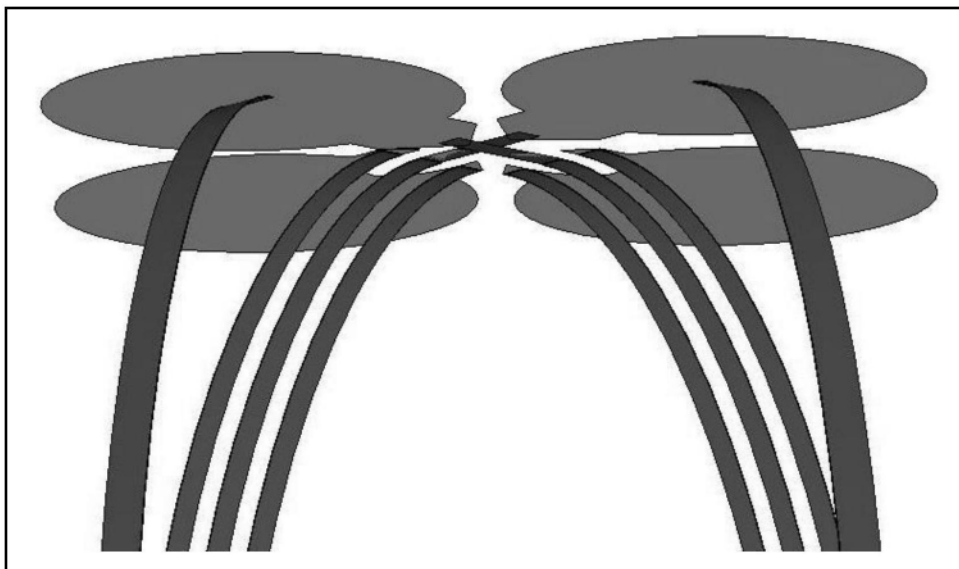


图4

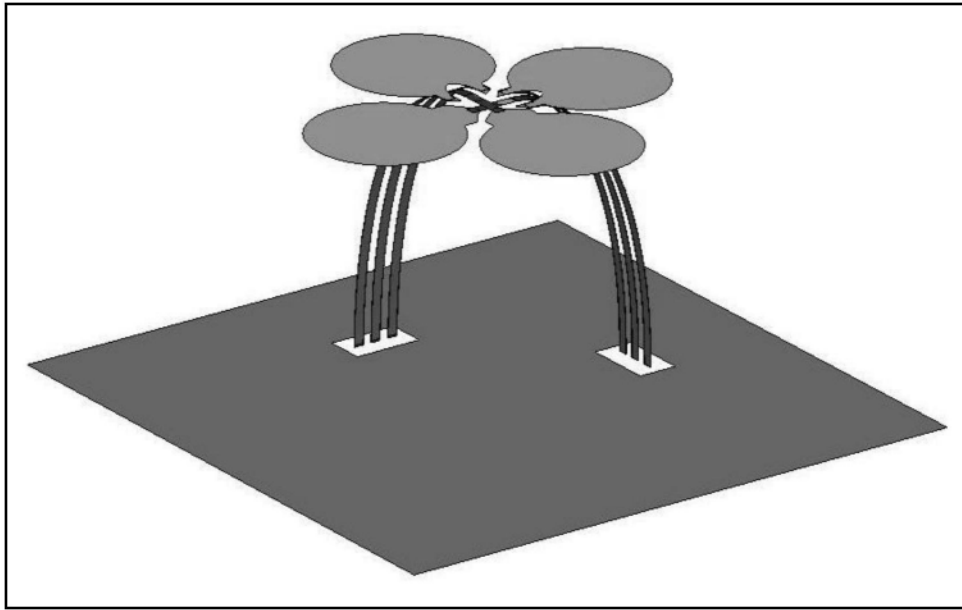


图5

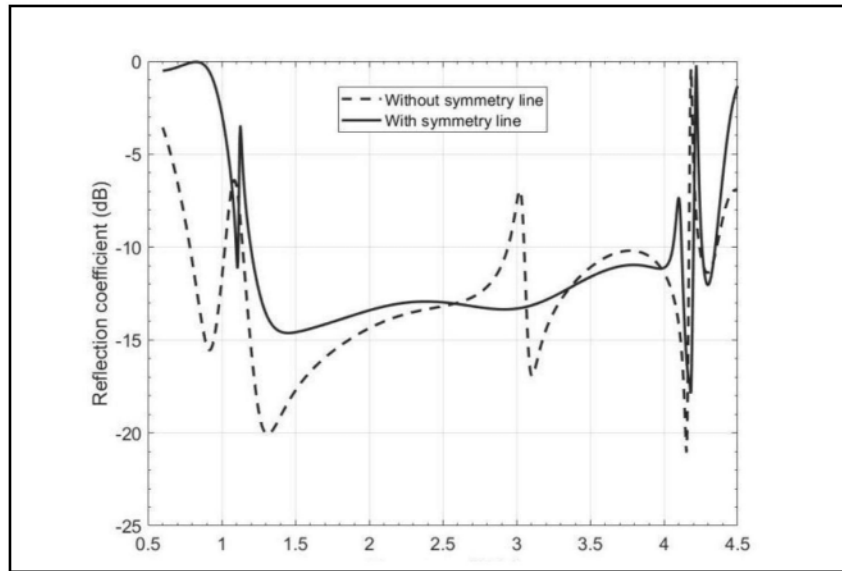


图6

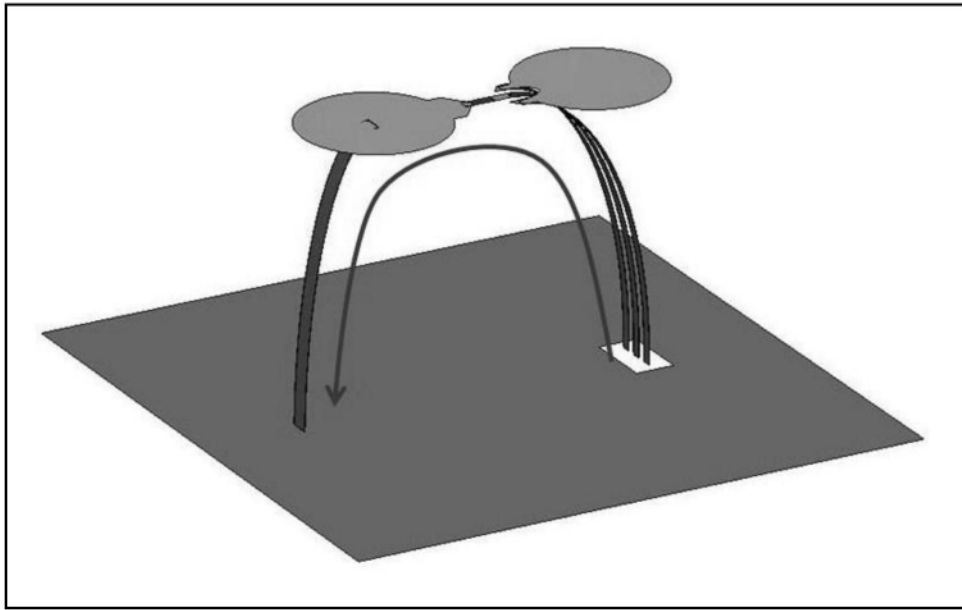


图7

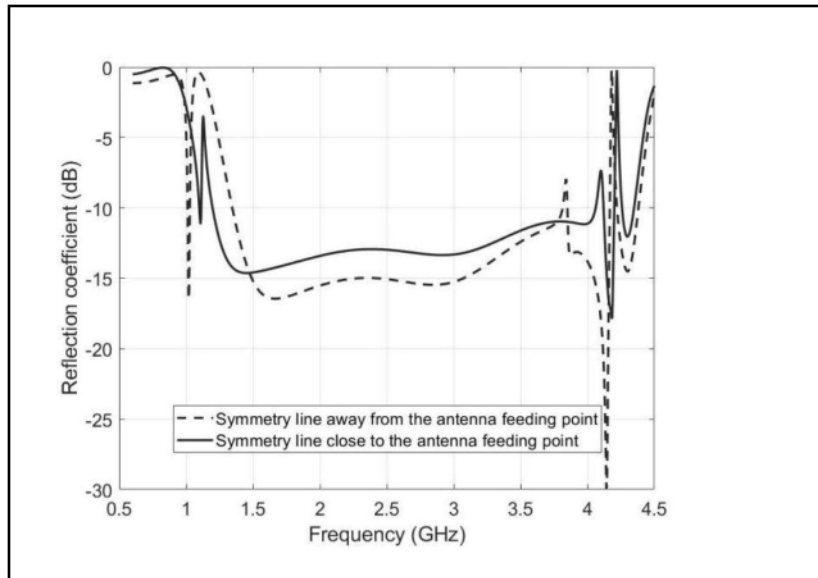


图8

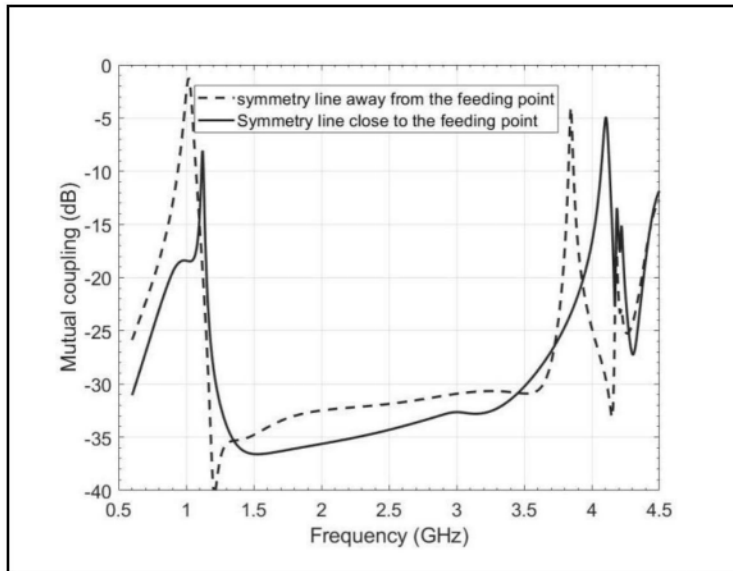


图9

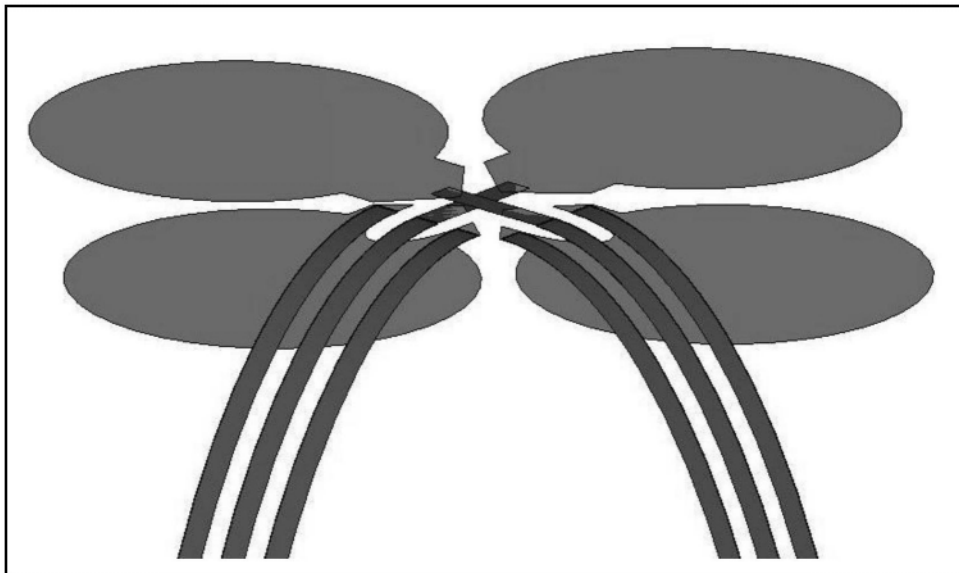


图10