



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114256576 A

(43) 申请公布日 2022.03.29

(21) 申请号 202111527391.9

(22) 申请日 2021.12.14

(71) 申请人 电子科技大学

地址 611731 四川省成都市高新区(西区)  
西源大道2006号

(72) 发明人 汪晓光 畅甲维 赵晓琴

(74) 专利代理机构 电子科技大学专利中心  
51203

代理人 闫树平

(51) Int. Cl.

H01P 5/00 (2006.01)

H01P 11/00 (2006.01)

H01P 1/203 (2006.01)

H01P 1/207 (2006.01)

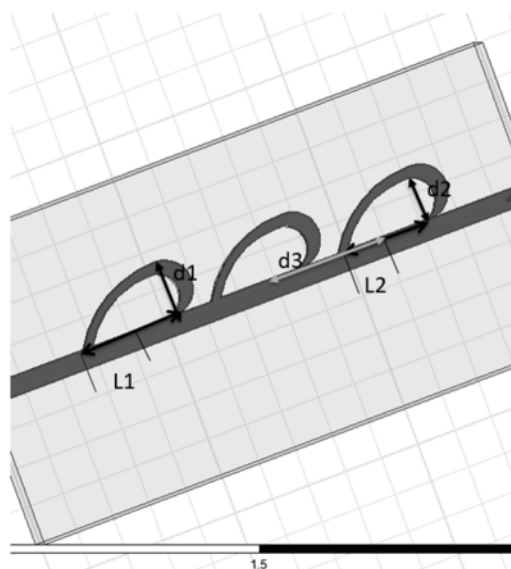
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54) 发明名称

一种D波段特斯拉结耦合结构

(57) 摘要

本发明涉及微波技术,具体为一种D波段特斯拉结耦合结构。本发明仅采用一个带状线腔体结构,通过传统带状线与特斯拉结结合的方式,利用这种结构的特殊性即电磁波达到特斯拉结两个结点的相位差不同,通过带线中心导带结构的变化来实现带阻的滤波效果,具有体积小优势。当三个结间距不同,即结之间的耦合不同,所呈现的滤波效果不同。为解决现有耦合结构体积相对较大不利于集成的问题提供了一种新的途径。



1. 一种D波段特斯拉结耦合结构,其特征在于:包括介质基板、金属导带和特斯拉结;  
所述介质基板的介电常数为9-14;

所述金属导带设置于沿介质基板中电磁波传播方向的中心位置;

所述特斯拉结有三个,三个特斯拉结相同,且位于金属导带的同一侧并与金属导带相连接,特斯拉结的材质与金属导带相同;

三个特斯拉的位置关系为:1号结位于金属导带正中,以1号结为基准,沿着金属导带长度方向分别前后移动相同距离 $d_3$ 得到2号与3号结, $d_3=0.7\sim 0.96\text{mm}$ ;

特斯拉结内外侧均由勒洛三角形的一条弧线边和一条半圆弧衔接构成;勒洛三角形的弧线边一端接金属导带的一侧边,另一端接半圆弧的一端,半圆弧的另一端接金属导带侧边,勒洛三角形的弧线边和半圆弧所接的金属导带侧边为相同侧,以此构成特斯拉结内外侧弧线;特斯拉结内弧线和外弧线的所属勒洛三角形的中心点相重合,且与所在金属导带侧边的中点重合;特斯拉结的内外侧弧线中,勒洛三角形对应的正三角形边长的一半为相应半圆弧的直径;特斯拉结外侧弧线对应的正三角形垂线的一半为 $L_1$ ,内侧弧线对应的正三角形垂线的一半为 $L_2$ , $L_1=0.28\sim 0.3\text{mm}$ , $L_2=0.19\sim 0.22\text{mm}$ 。

2. 如权利要求1所述D波段特斯拉结耦合结构的设计方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1、设计一个适合D波段传输的传统带状线结构,包括介质基板的介电常数 $\epsilon$ 、宽度 $w_1$ 、厚度 $t_1$ 、中心金属导带的宽度 $w$ ,厚度 $t$ ;

步骤2、在步骤1设计的带状线结构中构建1号特斯拉结;

首先,以金属导带一侧边的中点为正三角形的中心点,构建特斯拉结的外侧弧线,包括与该正三角形边长相应的勒洛三角形一条弧线边和半圆弧,勒洛三角形的弧线边一端接金属导带的一侧边,另一端接半圆弧的一端,半圆弧的另一端接金属导带侧边,勒洛三角形的弧线边和半圆弧所接的金属导带侧边为相同侧;并确保特斯拉结内外弧线的所属勒洛三角形的中心点相重合,且与所在金属导带侧边的中点重合;特斯拉结外侧弧线对应的正三角形垂线的一半为 $L_1$ , $L_1=0.28\sim 0.3\text{mm}$ ;

然后,通过缩小外弧线所属正三角形的边长,获得特斯拉结内侧弧线的勒洛三角形弧线边和半圆弧尺寸,从而确定1号特斯拉结的尺寸;特斯拉结内侧弧线对应的正三角形垂线的一半为 $L_2$ , $L_2=0.19\sim 0.22\text{mm}$ ;

步骤3、以1号特斯拉结为基准,沿金属导带长度方向分别前后移动相同距离 $d_3$ 得到2号与3号结, $d_3=0.7\sim 0.96\text{mm}$ ;

步骤4、调整 $L_1$ 、 $L_2$ 和/或 $d_3$ 优化整体参数性能,并确保整个耦合结构呈现带阻效果。

## 一种D波段特斯拉结耦合结构

### 技术领域

[0001] 本发明涉及微波技术,具体为一种D波段特斯拉结耦合结构。

### 背景技术

[0002] D波段为:110-170GHz,位于太赫兹频段。带状线作为微波传输线,广泛应用于滤波器的设计中。传统的带线结构的滤波效果是通过腔体与腔体之间的耦合,或中心导带间的耦合实现的,因而其整体体积相对较大,不利于当前行业集成化的小体积需求。

### 发明内容

[0003] 针对上述存在问题或不足,为解决现有耦合结构体积相对较大不利于集成的问题,本发明提供了一种D波段特斯拉结耦合结构,为带状线耦合结构。

[0004] 本发明的技术方案如下:

[0005] 一种D波段特斯拉结耦合结构,包括:高介电常数的介质基板(9-14)、金属导带和特斯拉结。

[0006] 所述介质基板的介电常数为9-14。

[0007] 所述金属导带(铜)设置于沿介质基板中电磁波传播方向的中心位置;

[0008] 所述特斯拉结有三个,三个特斯拉结相同,且位于金属导带的同一侧并与金属导带相连接,特斯拉结的材质与金属导带相同;三个特斯拉的位置关系为:1号结位于金属导带正中,以1号结为基准,沿着金属导带长度方向分别前后移动相同距离 $d_3$ 得到2号与3号结, $d_3=0.7\sim 0.96\text{mm}$ 。

[0009] 特斯拉结内外侧均由勒洛三角形的一条弧线边和一条半圆弧衔接构成;勒洛三角形的弧线边一端接金属导带的一侧边,另一端接半圆弧的一端,半圆弧的另一端接金属导带侧边,勒洛三角形的弧线边和半圆弧所接的金属导带侧边为相同侧,以此构成特斯拉结内外侧弧线;特斯拉结内弧线和外弧线的所属勒洛三角形的中心点相重合,且与所在金属导带侧边的中点重合。所述特斯拉结的内外侧弧线中,勒洛三角形对应的正三角形边长的一半为相应半圆弧的直径。特斯拉结外侧弧线对应的正三角形垂线的一半为 $L_1$ ,内侧弧线对应的正三角形垂线的一半为 $L_2$ , $L_1=0.28\sim 0.3\text{mm}$ , $L_2=0.19\sim 0.22\text{mm}$ 。

[0010] 上述D波段特斯拉结耦合结构的设计方法,包括以下步骤:

[0011] 步骤1、设计一个适合D波段传输的传统带状线结构,包括介质基板的介电常数 $\epsilon$ 、宽度 $w_1$ 、厚度 $t_1$ 、中心金属导带的宽度 $w$ ,厚度 $t$ 。

[0012] 步骤2、在步骤1设计的带状线结构中构建1号特斯拉结。

[0013] 首先,以金属导带一侧边的中点为正三角形的中心点,构建特斯拉结的外侧弧线,包括与该正三角形边长相应的勒洛三角形一条弧线边和半圆弧,勒洛三角形的弧线边一端接金属导带的一侧边,另一端接半圆弧的一端,半圆弧的另一端接金属导带侧边,勒洛三角形的弧线边和半圆弧所接的金属导带侧边为相同侧;并确保特斯拉结内外弧线的所属勒洛三角形的中心点相重合,且与所在金属导带侧边的中点重合;特斯拉结外侧弧线对应的正

三角形垂线的一半为 $L_1$ ,  $L_1=0.28\sim 0.3\text{mm}$ 。

[0014] 然后,通过缩小外弧线所属正三角形的边长,获得特斯拉结内侧弧线的勒洛三角形弧线边和半圆弧尺寸,从而确定1号特斯拉结的尺寸;特斯拉结内侧弧线对应的正三角形垂线的一半为 $L_2$ ,  $L_2=0.19\sim 0.22\text{mm}$ 。

[0015] 步骤3、以1号特斯拉结为基准,沿着金属导带长度方向分别前后移动相同距离 $d_3$ 得到2号与3号结,  $d_3=0.7\sim 0.96\text{mm}$ 。

[0016] 步骤4、调整 $L_1$ 、 $L_2$ 和/或 $d_3$ 优化整体参数性能,并确保整个耦合结构呈现带阻效果。

[0017] 综上所述,本发明仅采用一个带状线腔体结构,通过传统带状线与特斯拉结结合的方式,利用这种结构的特殊性即电磁波达到特斯拉结两个结点的相位差不同,通过带线中心导带结构的变化来实现带阻的滤波效果,具有体积小的优势。当三个结间距不同,即结之间的耦合不同,所呈现的滤波效果不同。为解决现有耦合结构体积相对较大不利于集成的问题提供了一种新的途径。

### 附图说明

[0018] 图1是本发明D波段特斯拉结耦合结构的立体结构示意图;

[0019] 图2是本发明D波段特斯拉结耦合结构的局部参数示意图;

[0020] 图3是实施例D波段特斯拉结耦合结构的带阻效果所对应的s参数图;

[0021] 图4是实施例D波段特斯拉结耦合结构的 $d_3$ 为 $0.7\text{mm}$ 所对应的s参数图;

[0022] 图5是实施例D波段特斯拉结耦合结构的 $d_3$ 为 $0.82\text{mm}$ 所对应的s参数图;

[0023] 图6是实施例D波段特斯拉结耦合结构的 $d_3$ 为 $0.92\text{mm}$ 所对应的s参数图。

### 具体实施方式

[0024] 下面结合附图和实施例对本发明做进一步的详细说明。

[0025] 一种D波段特斯拉结耦合结构的设计,包括以下步骤:

[0026] 步骤1、设计一个适合D波段传输的传统带状线结构。包括介质基板的介电常数 $\epsilon$ 、宽度 $w_1$ 、厚度 $t_1$ 、中心金属导带的宽度 $w$ ,厚度 $t$ 。最终确定介质基板的介电常数 $\epsilon=10$ 、宽度 $w_1=1.6\text{mm}$ 、厚度 $t_1=0.25\text{mm}$ 、中心金属导带的宽度 $w=0.1\text{mm}$ ,厚度 $t=0.03\text{mm}$ 。由于带线的宽度限制了特斯拉结环的大小,因此根据数学知识,初步确定带线长度 $L=3\text{mm}$ 。

[0027] 步骤2、在步骤1设计的带状线中增加1号特斯拉结。

[0028] 具体以金属导带上侧边的中心点为正三角形的中心点,为了方便建模,以该正三角形的垂直线的一半为变量 $L_1$ ,垂直线沿着电磁波传播方向位于金属导带上侧边,从而确定1号特斯拉结外弧线的大小,包括与该正三角形边长相应的勒洛三角形一条弧线边和半圆弧,勒洛三角形的弧线边一端接金属导带的一侧边,另一端接半圆弧的一端,半圆弧的另一端接金属导带侧边,勒洛三角形的弧线边和半圆弧所接的金属导带侧边为相同侧。并确保特斯拉结内外弧线的所属勒洛三角形的中心点相重合,且与所在金属导带侧边的中点重合。 $L_1=0.28\sim 0.3\text{mm}$ ,外弧线中半圆弧的直径 $d_1$ 为该正三角形边长的一半。

[0029] 然后,通过改变 $L_1$ ,获得1号特斯拉结内侧弧线的勒洛三角形弧线边和半圆弧尺寸,从而形成1号特斯拉结。设1号特斯拉结内侧弧线所属正三角形的垂直线一半为 $L_2$ ,  $L_2=$

0.19~0.22mm,相应半圆的直径为 $d_2$ 。

[0030] 步骤3、以1号特斯拉结为基准,沿着金属导带长度方向分别前后移动相同距离 $d_3$ 得到2号与3号特斯拉结, $d_3=0.7\sim 0.96\text{mm}$ 。

[0031] 步骤4、调整 $L_1$ 、 $L_2$ 和/或 $d_3$ 优化整体参数性能,并确保整个耦合结构呈现带阻效果。最终确定 $L_1=0.28\text{mm}$ , $L_2=0.2\text{mm}$ , $d_3=0.7\sim 0.96\text{mm}$ 时,耦合结构呈现带阻效果,如附图3所示。

[0032] 图4、5、6为 $L_1=0.28\text{mm}$ , $L_2=0.2\text{mm}$ 时, $d_3$ 分别为0.7mm、0.82mm和0.92mm时的S参数图。

[0033] 通过上述实施例可见,本发明通过传统带状线与特斯拉结结合的方式,利用这种结构的特殊性即电磁波达到特斯拉结两个结点的相位差不同,实现带阻的滤波效果。当三个结间距不同,即结之间的耦合不同,所呈现的滤波效果不同。为解决现有耦合结构体积相对较大不利于集成的问题提供了一种新的途径。

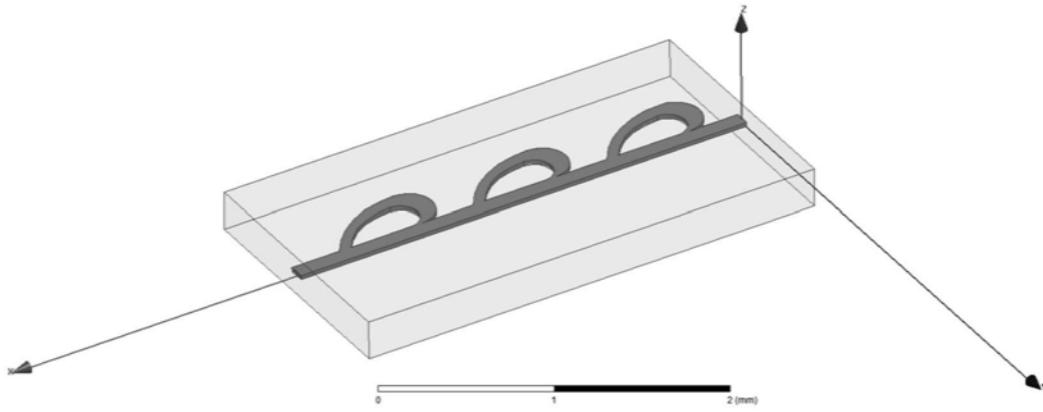


图1

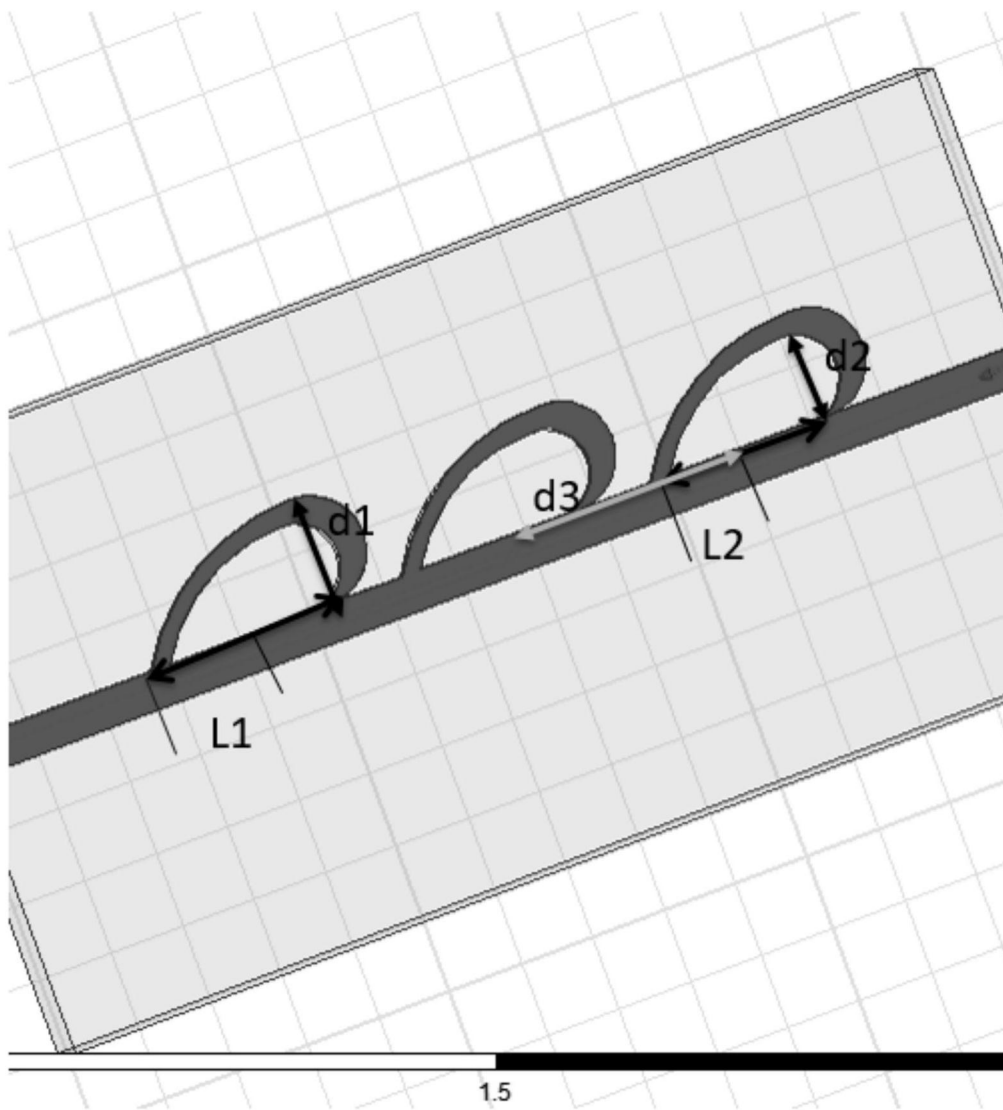


图2

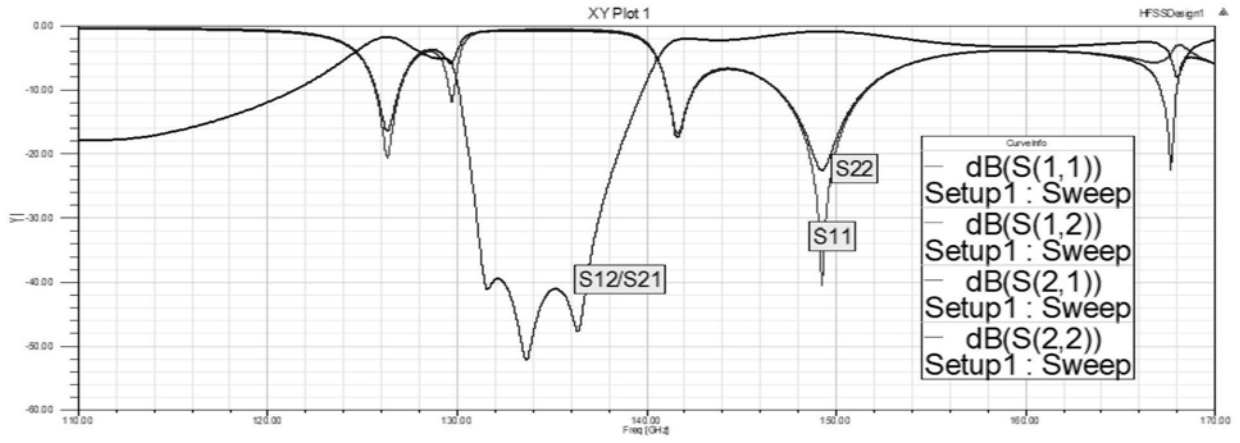


图3

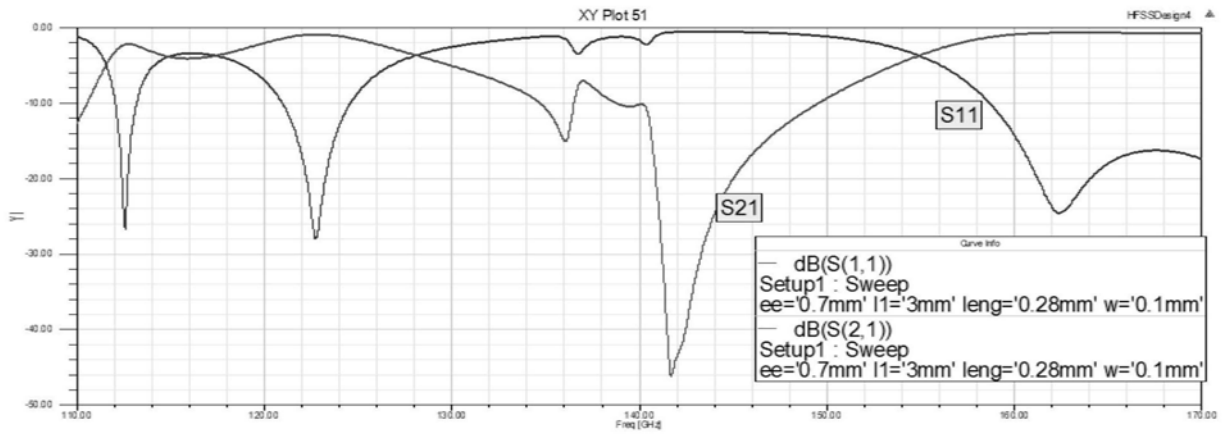


图4

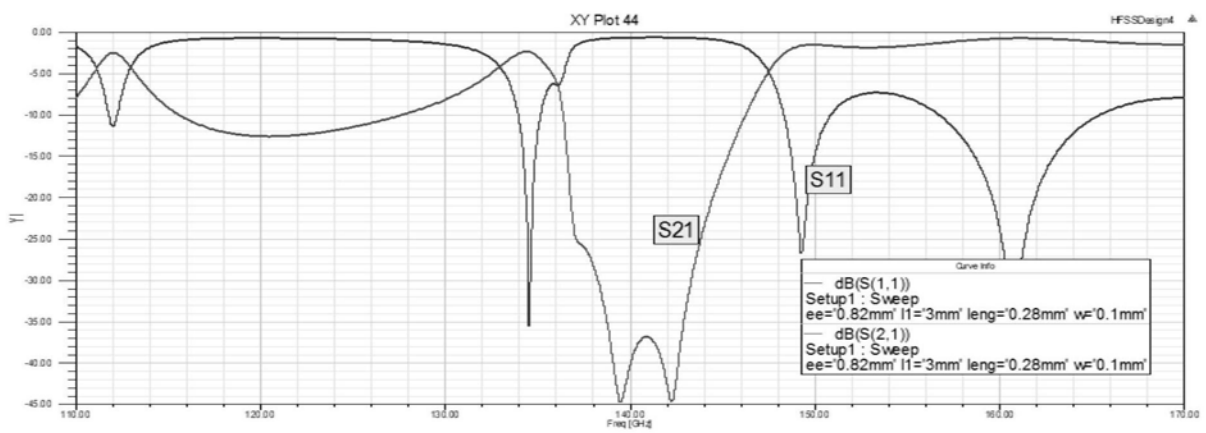


图5

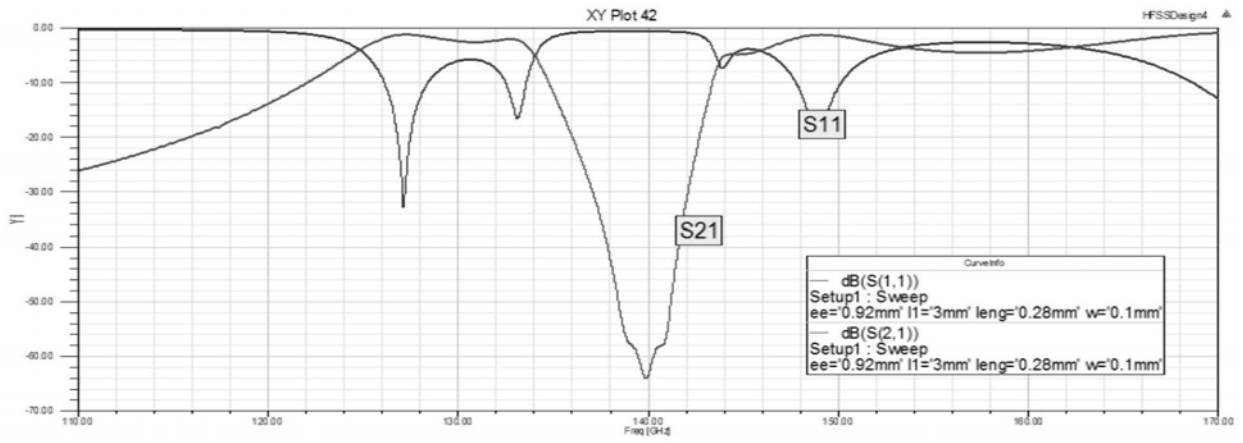


图6