



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109193146 A

(43)申请公布日 2019.01.11

(21)申请号 201811064637.1

(22)申请日 2018.09.12

(71)申请人 北京工业大学

地址 100124 北京市朝阳区平乐园100号

(72)发明人 赛景波 吕园园

(74)专利代理机构 北京思海天达知识产权代理

有限公司 11203

代理人 沈波

(51)Int.Cl.

H01Q 1/38(2006.01)

H01Q 1/48(2006.01)

H01Q 1/50(2006.01)

H01Q 9/04(2006.01)

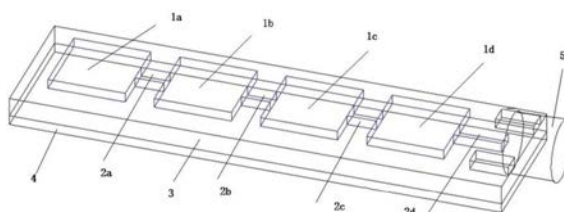
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54)发明名称

一种微带毫米波天线

(57)摘要

本发明公开了一种微带毫米波天线,该微带毫米波天线一种工作在74.68GHZ~77.48GHZ毫米波频段的单天线。由四个阵元单元组成的串馈天线。采用中心侧馈的方式,主要包括金属贴片、微带馈线、介质基片、下金属接地板、接口。金属贴片的尺寸材料相同,微带馈线的尺寸材料也相同。金属贴片采用铜材料,下金属接地板采用铜材料,本发明的目的在于适应目前体积越来越小、精度越来越高,更加便捷的各种设备的需要,本发明设计的毫米波天线非常有意义。



1. 一种微带毫米波天线,其特征在於:该微带毫米波天线是一种工作在74.68GHZ~77.48GHZ毫米波频段的单天线;该单天线是由四个相同阵元单元组成的串馈天线,采用中心侧馈的结构形式;每个阵元单元包括一个金属贴片和一个微带馈线,微带馈线设置在金属贴片的侧部,四个阵元单元顺次连接;金属贴片为正方形,四个阵元单元设置在介质基片(3)上,介质基片(3)设置在下金属接地板(4)上,接口(5)设置在四个阵元单元的侧部;四个金属贴片分别为第一金属贴片(1a)、第二金属贴片(1b)、第三金属贴片(1c)、第四金属贴片(1d),四个金属贴片的尺寸材料相同,厚度都为 $h_1$ 、宽度都为 $W_1$ ,长度都为 $L_1$ ;四个微带馈线分别为第一微带馈线(2a)、第二微带馈线(2b)、第三微带馈线(2c)、第四微带馈线(2d),四个微带馈线的尺寸材料相同,厚度都为 $h_1$ ,宽度都为 $W_2$ ,长度都为 $L_2$ ;下金属接地板(4)的厚度为 $h_3$ ;金属贴片和下金属接地板(4)之间是介电常数为 $\epsilon_r$ 的介质基片(3),厚度为 $h_2$ ;对于金属贴片,除了与微带馈线相连的边,其他三条边到介质基片(3)的边缘的距离都为 $S$ 。

2. 根据权利要求1所述的一种微带毫米波天线,其特征在於:所述的金属贴片采用的材料是铜片Cu,长度 $L_1=1.34\text{mm}$ ,宽度 $W_1=1.92\text{mm}$ ,厚度 $h_1=0.018\text{mm}$ ,除了与微带馈线相连的边外,其他三条金属贴片边到介质基片(3)的边缘的距离都为 $S$ , $S$ 为38.5mm。

3. 根据权利要求1所述的一种微带毫米波天线,其特征在於:所述的微带馈线(2)的宽度 $W_2=0.75\text{mm}$ , $L_2=1.216\text{mm}$ ,厚度为 $h_1=0.018\text{mm}$ 。

4. 根据权利要求1所述的一种微带毫米波天线,其特征在於:所述的介质基板(3)选择Rogers\_R03003,根据它的介电常数的变化曲线,计算在74GHZ~80GHZ频段的介电常数 $\epsilon_r$ 为2.8704,损耗角正切值 $\tan\delta$ 为0.0013;选择的介质基板的厚度 $h_2$ 为0.254mm。

5. 根据权利要求1所述的一种微带毫米波天线,其特征在於:所述的下金属接地(4)板采用铜材料,厚度 $h_3$ 为0.018mm。

6. 根据权利要求1所述的一种微带毫米波天线,其特征在於:所述的接口(5)为SMA接口,SMA接口的外导体内径为4.13mm,特性阻抗 $50\Omega$ ,工作频率到80GHZ。

7. 根据权利要求1所述的一种微带毫米波天线,其特征在於:微带馈线(2)的特性阻抗为 $50\Omega$ 。

## 一种微带毫米波天线

### 技术领域

[0001] 本发明涉及天线技术领域,涉及一种毫米波天线,尤其涉及一种工作在74.68GHZ~77.48GHZ毫米波频段的单天线。

### 背景技术

[0002] 毫米波相比于其他波段的电磁波具有很多的优点。(1)大气层对毫米波信号传播的衰减相对其他频段衰减较小;(2)毫米波段的有效频段宽;(3)毫米波天线体积小、波束窄、角分辨率较高。目前,微波(0.3G~30GHz)波段几乎已经被各种无线应用占据,比如WIFI,蓝牙,无线通信,AM、FM无线广播等。而毫米波并未被大量采用,因为天线的尺寸和电磁波的波长紧密相连,从天线的制作工艺来讲,各个部件的尺寸公差要在 $\frac{\lambda}{10} \sim \frac{\lambda}{100}$ 范围内,这对于低频段的天线制作是很容易实现的,但是毫米波的波长是毫米级别的,这就导致了毫米波天线的制作变得非常困难。

[0003] 综上所述,到目前为止,性能优越的毫米波天线少之又少,为了适应目前体积越来越小、精度越来越高,更加便捷的各种设备的需要,毫米波天线的设计和实现就变得非常有意义。

### 发明内容

[0004] 本发明中的天线工作于74.68GHZ~77.48GHZ频段,如此高的频率对介质基板提出很高的要求。同时对满足一定工作带宽的天线设计也是一个很大的挑战。

[0005] 为了解决上述问题,本发明主要是设计了一种微带毫米波天线,该微带毫米波天线是一种工作在74.68GHZ~77.48GHZ毫米波频段的单天线。该单天线是由四个相同阵元单元组成的串馈天线,采用中心侧馈的结构形式;每个阵元单元包括一个金属贴片和一个微带馈线,微带馈线设置在金属贴片的侧部,四个阵元单元顺次连接,金属贴片为正方形;四个阵元单元设置在介质基片3上,介质基片3设置在下金属接地板4上,接口5设置在四个阵元单元的侧部。每一部分的尺寸,如图1、2所示。四个金属贴片分别为第一金属贴片1a、第二金属贴片1b、第三金属贴片1c、第四金属贴片1d,四个金属贴片的尺寸材料相同,厚度都为 $h_1$ 、宽度都为 $W_1$ ,长度都为 $L_1$ ;四个微带馈线分别为第一微带馈线2a、第二微带馈线2b、第三微带馈线2c、第四微带馈线2d,四个微带馈线的尺寸材料相同,厚度都为 $h_1$ ,宽度都为 $W_2$ ,长度都为 $L_2$ ;下金属接地板4的厚度为 $h_3$ ;金属贴片和下金属接地板4之间是介电常数为 $\epsilon_r$ 的介质基片3,厚度为 $h_2$ 。对于金属贴片,除了与微带馈线相连的边,其他三条边到介质基片3的边缘的距离都为 $S$ 。

[0006] 所述的金属贴片采用的材料是铜片Cu,长度 $L_1=1.34\text{mm}$ ,宽度 $W_1=1.92\text{mm}$ ,厚度 $h_1=0.018\text{mm}$ ,除了与微带馈线相连的边外,其他三条金属贴片边到介质基片3的边缘的距离都为 $S$ , $S$ 为 $38.5\text{mm}$ 。

[0007] 所述的微带馈线2的宽度 $W_2=0.75\text{mm}$ , $L_2=1.216\text{mm}$ ,厚度为 $h_1=0.018\text{mm}$ 。

[0008] 所述的介质基板3选择Rogers\_R03003,根据它的介电常数的变化曲线,计算在

74GHZ~80GHZ频段的介电常数 $\epsilon_r$ 为2.8704,损耗角正切值 $\tan\delta$ 为0.0013。在选择介质基板3的厚度 $h_2$ 时,由于它的尺寸会对整个天线的工作频带以及辐射效率产生很大的影响,在考虑天线的工作频段以及材料物理性能、成本以及生产厂家标准等的因素,最终选择的介质基板的厚度 $h_2$ 为0.254mm。

[0009] 所述的下金属接地4板采用铜材料,厚度 $h_3$ 为0.018mm。

[0010] 所述的接口5为SMA接口,SMA接口的外导体内径为4.13mm,特性阻抗 $50\Omega$ ,工作频率到80GHZ。

[0011] 微带馈线2的特性阻抗为 $50\Omega$ ,如图3所示,通过ADS仿真,利用驻波比小于1.5得到该天线的驻波比带宽,在74.68GHZ~77.48GHZ频带范围内的驻波比均小于1.5(含1.5),所以天线的带宽为2.8GHZ,在此频带内的输入阻抗在 $29\Omega\sim 60\Omega$ 内。

### 附图说明

[0012] 图1是本发明整体天线结构图。

[0013] 图2是本发明天线一个单元的结构图。

[0014] 图3是本发明天线的特性阻抗随频率的变化图。

[0015] 图4是本发明仿真得到的天线驻波比图。

[0016] 图5是本发明仿真得到的S11幅度随频率的变化曲线。

[0017] 图6是本发明仿真得到的S11相位随频率的变化曲线。

### 具体实施方式

[0018] 下面结合附图对本发明做进一步的描述,本发明是一种可以工作在74.68GHZ~77.48GHZ频段毫米波天线,为了便于组阵,贴片单元采用中心侧馈的方式。包括金属贴片(1a、1b、1c、1d)、微带馈线(2a、2b、2c、2d)、介质基板3、下金属接地板4、接口5。微带馈线的特性阻抗一般在 $40\sim 150\Omega$ 之间,常用的有 $50\Omega$ 、 $75\Omega$ 。本发明中采用的是 $50\Omega$ 的特性阻抗。如图3所示。

[0019] 微带天线设计时首先要选择合适的介质,介质材料的介电常数 $\epsilon_r$ 和损耗角正切值 $\tan\delta$ 以及其厚度直接影响着天线的一系列性能指标。由于本发明中的天线工作于74.68GHZ~77.48GHZ频段,如此高的频率对介质基板提出较高的要求。目前,国内外的制板工艺水平相差较大,特别是在高频段,FR4环氧树脂和聚四氟乙烯等国产的微带基板性能较差,不能使用在该天线设计中。罗杰斯公司生产的Rogers\_R03003介质板具有良好的高频响应特性,在80GHz时依然能保持着优良特性,用该介质板作为此天线的基板将有利于提高天线的辐射效率和增益。本发明采用了Rogers\_R03003作为天线的介质基板。从它的介电常数随频率的变化曲线计算得到在74.68GHZ~77.48GHZ频段上,它的介电常数 $\epsilon_r=2.8704$ ,损耗角正切值 $\tan\delta=0.0013$ 。

[0020] 如图1、2所示,介质基板3的厚度为 $h_2$ , $h_2$ 满足以下关系式:

$$[0021] \quad h_2 \leq \frac{0.3c}{2\pi f_{\mu} \sqrt{\epsilon_r}}$$

[0022]  $f_{\mu}$ 是最高工作频率。结合厂家的生产要求,选择 $h_2$ 厚度为0.254mm。

[0023] 金属贴片采用铜材料。如图2所示,对于长度为 $L_1$ ,宽度为 $W_1$ 的矩形微带天线的金

属贴片1的尺寸,  $L1 \neq W1$ ;

$$[0024] \quad W1 = \frac{c}{2f} \left( \frac{\epsilon_r + 1}{2} \right)^{-\frac{1}{2}}$$

[0025] 式中,  $c = 3 \times 10^8 \text{m/s}$ ,  $f$  为天线的工作频率。

[0026] 设  $\lambda_e$  为介质内的波导波长, 有:

$$[0027] \quad \lambda_e = \frac{c}{f\sqrt{\epsilon_e}}$$

[0028] 其中,  $\epsilon_e$  为有效介电常数, 表示为:

$$[0029] \quad \epsilon_e = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left( 1 + 10 \frac{h2}{w1} \right)^{-\frac{1}{2}}$$

[0030] 金属贴片1的长度  $L1$  取为  $\lambda_e/2$ , 考虑到边缘缩短效应后, 实际的金属贴片1的长度  $L1$  为:

$$[0031] \quad L1 = \frac{\lambda_e}{2} - 2\Delta L = \frac{c}{2f\sqrt{\epsilon_e}} - 2\Delta L$$

[0032] 其中,  $\Delta L$  是等效辐射缝隙的长度, 计算公式为:

$$[0033] \quad \Delta L = 0.412h2 \frac{(\epsilon_e + 0.3) \left( \frac{W1}{h2} + 0.264 \right)}{(\epsilon_e - 0.258) \left( \frac{W1}{h2} + 0.8 \right)}$$

[0034] 由Rogers\_R03003的参数以及上面的公式计算得到  $W1 = 1.3824 \text{mm}$ ,  $L1 = 0.9795 \text{mm}$ 。通过ADS软件仿真, 将计算得到的理论值修改到优化值  $W1 = 1.92 \text{mm}$ ,  $L1 = 1.34 \text{mm}$ 。金属贴片的铜厚  $h1$  是  $0.018 \text{mm}$ 、 $0.035 \text{mm}$ 、 $0.055 \text{mm}$ 、 $0.07 \text{mm}$ 、 $0.105 \text{mm}$ 。结合天线的工作特性本发明中选择金属贴片的厚度  $h1 = 0.018 \text{mm}$ 。为了防止边缘效应, 金属贴片的边到介质边缘的距离  $S$  取  $10\lambda \sim 20\lambda$  ( $\lambda$  为波长), 本发明中  $S$  为  $38.5 \text{mm}$ 。

[0035] 利用Agilent公司的Advanced Design System (ADS) 软件中微带线计算工具LineCalc计算微带馈线宽度, 输入微带传输线参数, 得微带馈线宽度  $W2 = 0.706314 \text{mm}$ , 长  $L2 = 1.216020 \text{mm}$ 。通过ADS软件仿真, 将计算得到的理论值修改到优化值  $W2 = 0.75 \text{mm}$ , 长  $L2 = 1.216 \text{mm}$ 。微带馈线厚度等同于金属贴片1的厚度。

[0036] 下金属地板采用铜材料, 厚度  $h3$  为  $0.018 \text{mm}$ 。

[0037] 为了适应天线的高频的工作频段, 接口5为SMA接口, 外导体内径为  $4.13 \text{mm}$ , 特性阻抗  $50 \Omega$ , 工作频率可以到  $80 \text{GHz}$ 。

[0038] 图4是仿真得到的驻波比随频率的变化曲线, 利用驻波比小于1.5得到该天线的驻波比带宽, 如图4所示, 在  $74.68 \text{GHz} \sim 77.48 \text{GHz}$  频带范围内的驻波比均小于1.5 (含1.5), 所以天线的带宽为  $2.8 \text{GHz}$ 。利用  $S11$  的幅度图和相位图, 如图5、6所示, 计算得到在此频带内的输入阻抗在  $29 \Omega \sim 60 \Omega$  内。

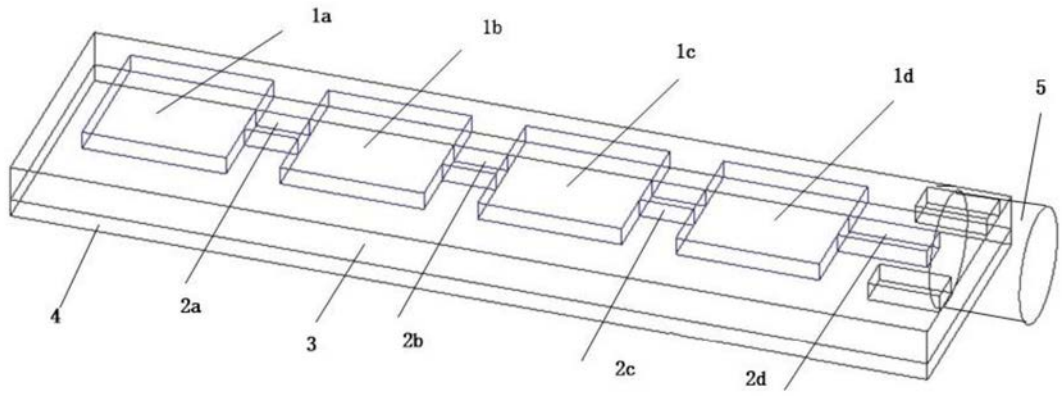


图1

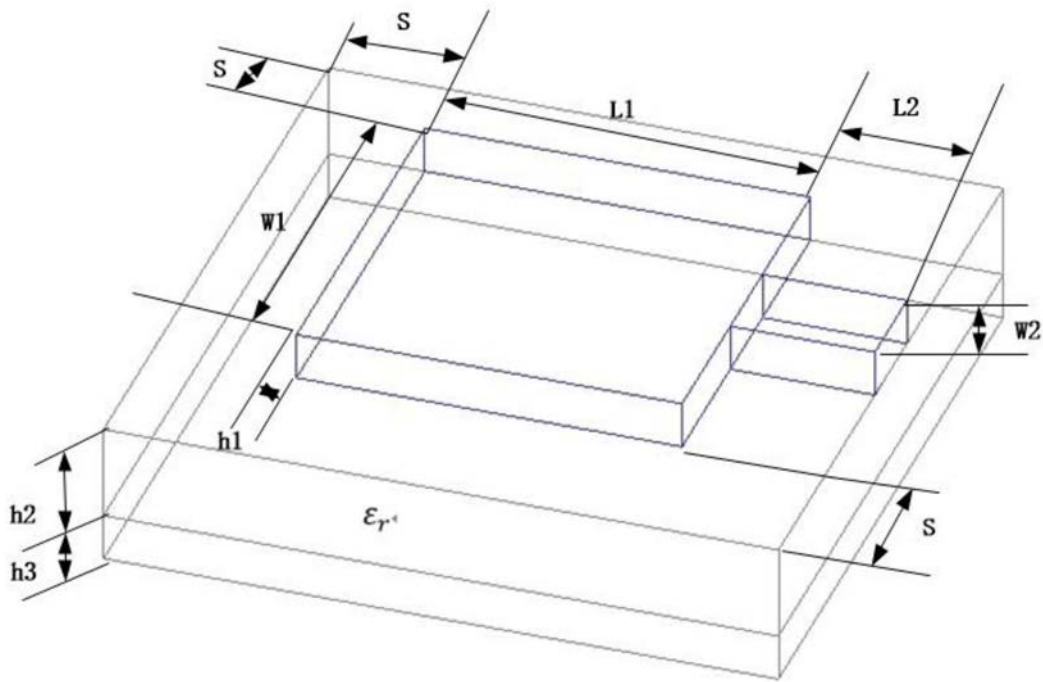


图2

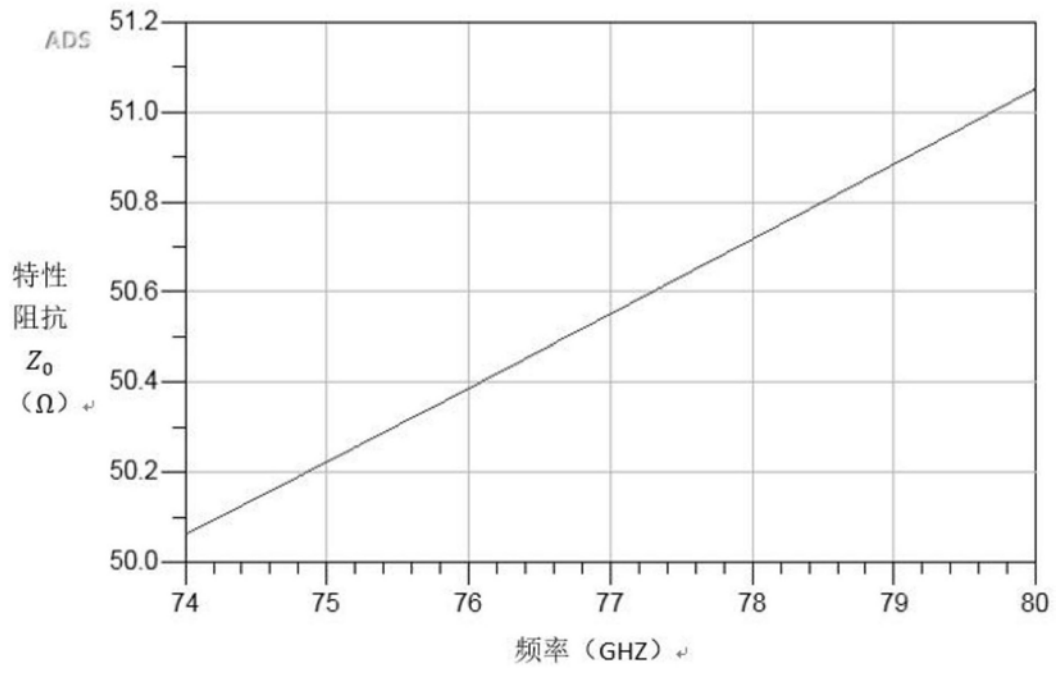


图3

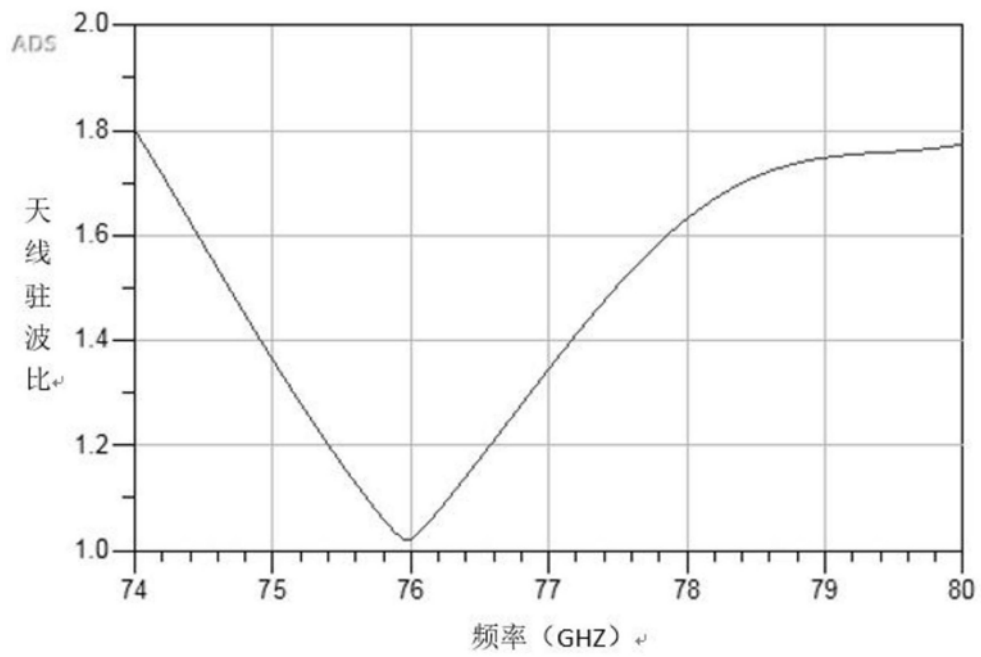


图4

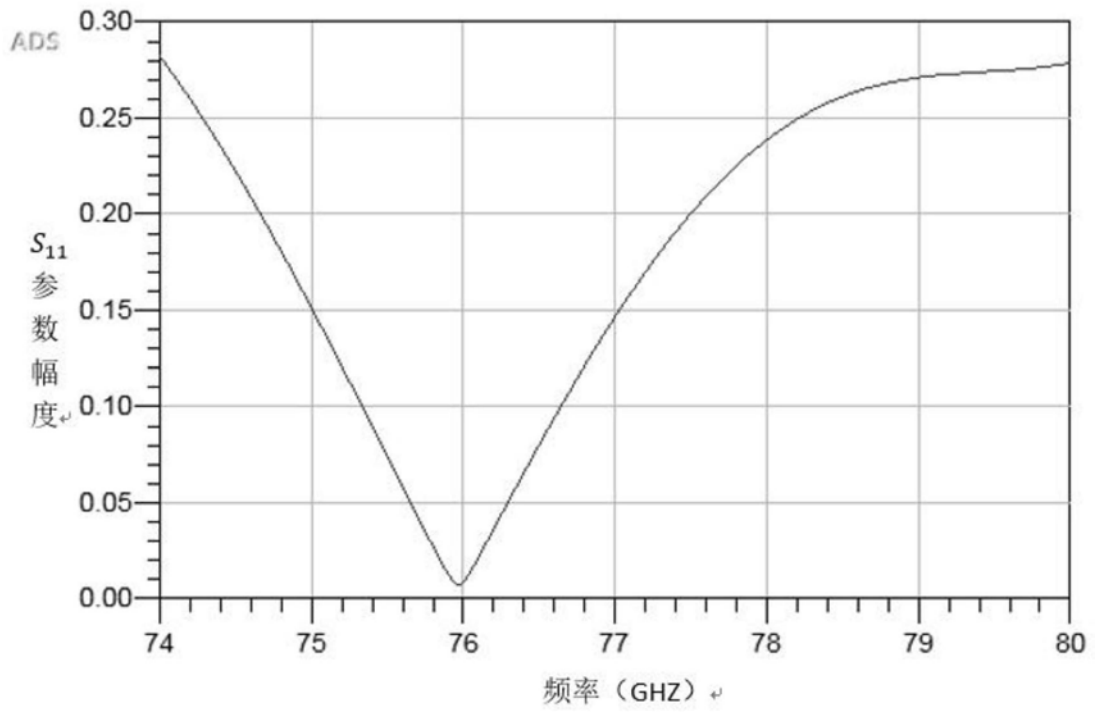


图5

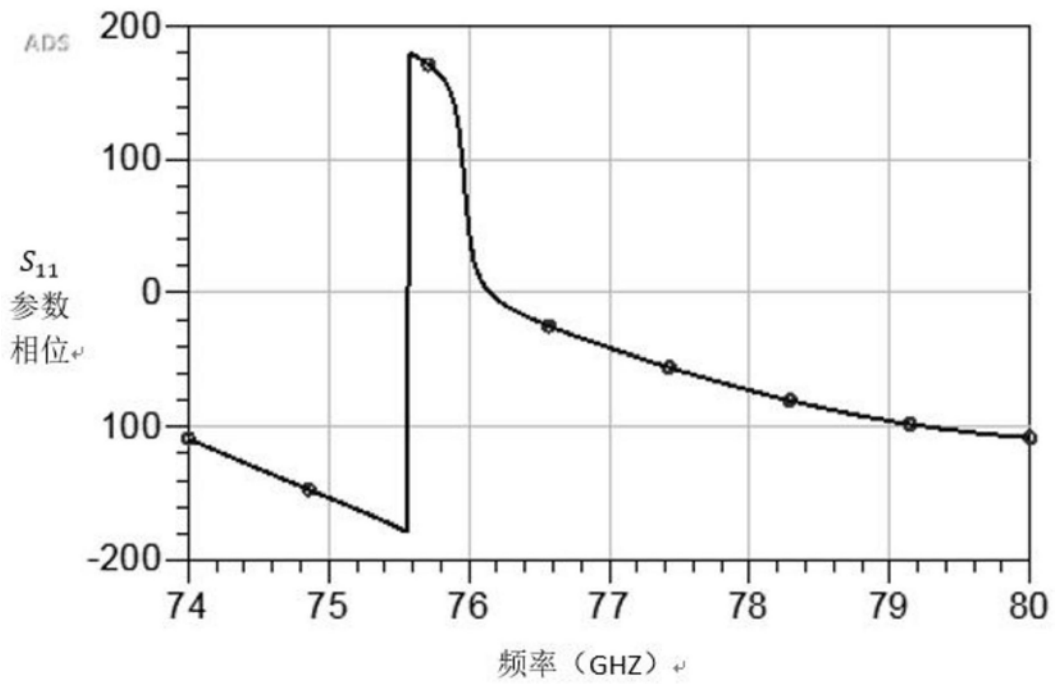


图6