



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107039719 A

(43)申请公布日 2017. 08. 11

(21)申请号 201710253479.3

(22)申请日 2017.04.18

(71)申请人 南京理工大学

地址 210094 江苏省南京市孝陵卫200号

(72)发明人 康炜 汪书阁 周恺 梁琴琴

汤普祥 王瑞东 朱传明

(74)专利代理机构 南京理工大学专利中心

32203

代理人 马鲁晋

(51) Int. Cl.

H01P 1/207(2006.01)

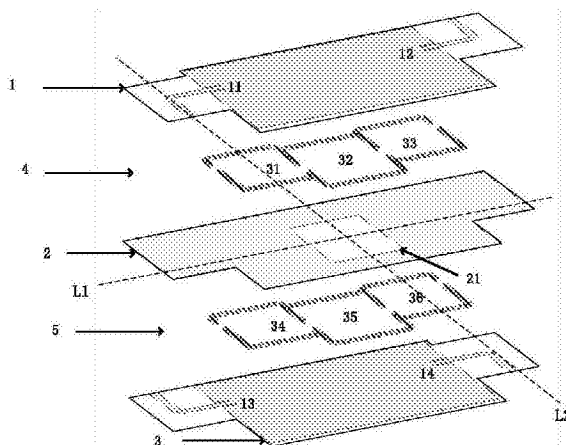
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种叠层基片集成波导结构的多模双通带平衡滤波器

(57)摘要

本发明公开了一种叠层基片集成波导结构的多模双通带平衡滤波器。该滤波器包括介质基板、上表面金属层、中间金属层和下表面金属层，介质基板上贯穿有金属化通孔阵列，金属化通孔阵列、上表面金属层、中部金属层、下表面金属层围成了6个基片集成波导腔体；其中，两个平衡通带的中心频率通过调整上、下两层腔体尺寸参数大小来获得；同时，通过调整输入和输出端口的相对位置，可以调整两路径信号的相对相位和幅度，从而产生传输零点。本发明采用端口异面分布结构，实现宽频带内高共模抑制的特性。同时利用基片集成波导矩形腔中的双模之间的耦合，产生可控传输零点。



CN 107039719 A

1. 一种叠层基片集成波导结构的多模双通带平衡滤波器,其特征在于,包括两个叠层设置的第一介质基板(4)和第二介质基板(5),第一介质基板(4)和第二介质基板(5)之间设置中间金属层(2),第一介质基板(4)上表面设置上表面金属层(1),第二介质基板(5)下表面设置下表面金属层(3);

其中,上表面金属层(1)和第一介质基板(4)上设置若干贯穿的金属化通孔,所述金属化通孔构成上层通孔阵列,第二介质基板(5)和下表面金属层(3)上也设置若干贯穿的金属化通孔,该金属化通孔构成下层通孔阵列,上述两个通孔阵列关于中间金属层(2)对称;所述上层通孔阵列、上表面金属层(1)和中间金属层(2)围包形成基片集成波导上层的三个腔体,分别为第一腔体(31)、第二腔体(32)和第三腔体(33);所述下层通孔阵列、中间金属层(2)和下表面金属层(3)围包形成基片集成波导下层的三个腔体,分别为第四腔体(34)、第五腔体(35)和第六腔体(36);

中间金属层(2)具有一条水平轴线(L1)和一条垂直轴线(L2),水平轴线(L1)与信号的传输方向相同,第一腔体(31)和第三腔体(33)关于垂直轴线(L2)对称,第四腔体(34)和第六腔体(36)关于垂直轴线(L2)对称;第四腔体(34)、第五腔体(35)和第六腔体(36)分别位于第一腔体(31)、第二腔体(32)和第三腔体(33)的垂直下层;

所述第一腔体(31)、第三腔体(33)、第四腔体(34)和第六腔体(36)均为具有第一面积(M1)的四方形腔体结构,每个腔体的沿水平轴线方向的侧边具有相同的宽度;第二腔体(32)和第五腔体(35)均为具有第二面积(M2)的四方形腔体结构,同样每个腔体的沿水平轴线方向的侧边具有相同的宽度;

所述第一腔体(31)、第二腔体(32)和第三腔体(33)依次相连,在连接部分形成第一耦合窗口和第二耦合窗口;第四腔体(34)、第五腔体(35)和第六腔体(36)依次相连,并在连接部分形成第三耦合窗口和第四耦合窗口。

2. 如权利要求1所述的叠层基片集成波导结构的多模双通带平衡滤波器,其特征在于,所述第一耦合窗口和第二耦合窗口、第三耦合窗口和第四耦合窗口的宽度均相等,第一耦合窗口和第二耦合窗口关于垂直轴线(L2)对称,第三耦合窗口和第四耦合窗口也关于垂直轴线(L2)对称。

3. 如权利要求1所述的叠层基片集成波导结构的多模双通带平衡滤波器,其特征在于,所述第二腔体(32)和第四腔体(35)之间在中间金属层(2)上蚀刻矩形金属槽(21);矩形金属槽(21)关于水平轴线(L1)和垂直轴线(L2)对称。

4. 如权利要求1所述的叠层基片集成波导结构的多模双通带平衡滤波器,其特征在于,所述金属通孔(6)的直径均为0.8mm,两相邻金属通孔间距离是1.2mm。

5. 如权利要求1所述的叠层基片集成波导结构的多模双通带平衡滤波器,其特征在于第一腔体(31)的长度 $l_1=18\text{mm}$,宽度 $w_1=14\text{mm}$;第二腔体(32)的长度 $l_2=21.6\text{mm}$,宽度 $w_2=15.9\text{mm}$;矩形金属槽(21)的长度 $l_3=20\text{mm}$,宽度 $w_3=14\text{mm}$;第一耦合窗口的宽度 $w_d=5\text{mm}$ 。

6. 如权利要求1所述的叠层基片集成波导结构的多模双通带平衡滤波器,其特征在于,所述第一介质基板(4)、第二介质基板(5)均采用R05880型号,介电常数为2.2,厚度为0.508mm。

一种叠层基片集成波导结构的多模双通带平衡滤波器

技术领域

[0001] 本发明涉及平衡滤波器技术领域,特别是一种叠层基片集成波导结构的多模双通带平衡滤波器。

背景技术

[0002] 滤波器作为无线电技术中不可或缺的部分,被广泛应用于各种无线通信系统中,包括卫星系统、蜂窝系统和雷达探测系统等。作为一种频率选择性器件,滤波器能够使有用信号通过,同时抑制带外的干扰信号,其性能的优劣将直接影响到整个通信系统的性能。由此可见,滤波器在无线通信系统中扮演着十分重要的角色。无线通信系统的广泛应用,促进了滤波器的研究与发展。随着频谱资源利用率提高,对滤波器性能也提出了更高的要求。描述滤波器性能的主要参数有:带内插损、谐波抑制能力、功率容量、结构尺寸、加工成本等。此外,滤波器应用环境以及通信链路中所处位置的不同,对其性能指标也有着不同的要求。

[0003] 平衡滤波器作为一种重要的微波/毫米波无源器件,研究高性能的滤波器有着重要的意义。平衡滤波器由四个端口构成,两个平衡输入端口和两个平衡输出端口,传统平衡滤波器由两个巴伦和一个普通滤波器构成。这种结构能够将单端口滤波器结合到平衡电路中,但这种结构不足在于:级联可能带来更大的插损,同时级联导致尺寸偏大,不利于系统的小型化设计。平衡滤波器整合了巴伦和滤波器的功能,构成新的独立器件,能够直接应用于平衡系统中,从而减少了系统中器件的使用,符合系统小型化、低成本的设计理念。

[0004] 基片集成波导(SIW)是一种新的微带线传输形式,其利用金属过孔在介质基片上实现波导的场传播模式,此类波导的一个重要性质是具有与传统矩形波导相近的传播特性,诸如品质因数高、易于设计等,同时较传统波导更为紧凑,具有体积小、重量轻、容易加工和集成等优点。

[0005] 但是目前,基片集成波导技术尚未被成熟地应用于平衡滤波器的设计,平衡滤波器依然存在体积大、难以加工、集成度低,以及共模抑制和带间隔离度低等问题。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种具有较高共模抑制、带间隔离度和可控中心频率的叠层基片集成波导结构的多模双通带平衡滤波器。

[0007] 实现本发明目的的技术解决方案为:一种叠层基片集成波导结构的多模双通带平衡滤波器,包括两个叠层设置的第一介质基板和第二介质基板,设置在第一介质基板上表面的上表面金属层和设置在第二介质基板下表面的下表面金属层,以及第一介质基板和第二介质基板之间的中间金属层,中间金属层具有水平轴线和垂直轴线,水平轴线与信号的传输方向相同,其中:

[0008] 所述上表面金属层1和第一介质基板4上设置若干贯穿的金属化通孔,所述金属化通孔构成上层通孔阵列;第二介质基板5和下表面金属层3上也设置若干贯穿的金属化通

孔,该金属化通孔构成下层通孔阵列;

[0009] 所述上层通孔阵列、上表面金属层和中间金属层围包形成基片集成波导上层的三个腔体,分别为第一腔体、第二腔体和第三腔体,所述下层通孔阵列、中间金属层和下表面金属层围包形成基片集成波导下层的三个腔体,分别为第四腔体、第五腔体和第六腔体,其中:

[0010] 第一腔体和第三腔体、第四腔体和第六腔体分别关于垂直轴线对称,第四腔体、第五腔体和第六腔体分别位于第一腔体、第二腔体和第三腔体的垂直下层;

[0011] 所述第一腔体、第二腔体、第四腔体和第六腔体均为具有第一面积的四方形腔体结构,每个腔体的沿水平轴线方向的侧边具有相同的宽度;第二腔体和第五腔体具有第二面积的四方形腔体结构,每个腔体的沿水平轴线方向的侧边具有相同的宽度;

[0012] 所述第一腔体、第二腔体和第三腔体按照水平轴线分布依次连接,在连接部分形成第一耦合窗口和第二耦合窗口;第四腔体、第五腔体和第六腔体按照水平轴线分布依次连接,并在连接部分形成第三耦合窗口和第四耦合窗口;

[0013] 进一步地,所述第一耦合窗口和第二耦合窗口、第三耦合窗口和第四耦合窗口分别关于垂直轴线对称,且四个耦合窗口宽度相等;

[0014] 进一步地,所述中间金属层上蚀刻矩形金属槽位于第二腔体和第五腔体之间,矩形金属槽关于水平轴线和垂直轴线对称;

[0015] 进一步地,所述金属通孔的直径均为0.8mm,两相邻金属通孔间距离是1.2mm;

[0016] 进一步地,所述第一腔体的长度 $l_1=18\text{mm}$,宽度 $w_1=14\text{mm}$;第二腔体的长度 $l_2=21.6\text{mm}$,宽度 $w_2=15.9\text{mm}$;矩形金属槽的长度 $l_3=20\text{mm}$,宽度 $w_3=14\text{mm}$;第一耦合窗口的宽度 $w_d=5\text{mm}$;

[0017] 进一步地,所述第一介质基板、第二介质基板均采用R05880型号,介电常数为2.2,厚度为0.508mm。

[0018] 本发明与现有技术相比,其显著优点为:(1)本发明将基片集成波导技术引入平衡带通滤波器的设计中,并设计叠层结构利用基片集成波导高次模式构建第二通带,减小了滤波器平面尺寸,实现了小型化;(2)本发明在中间金属层蚀刻矩形金属槽,通过调整矩形金属槽的位置或尺寸,提高了共模抑制,并采用异面馈电的方式,提高共模抑制。

附图说明

[0019] 图1为本发明叠层基片集成波导结构的多模双通带平衡滤波器的三维结构示意图。

[0020] 图2为实施例1中叠层基片集成波导结构的多模双通带平衡滤波器的结构尺寸示意图,其中图(a)为上表面金属层的结构尺寸示意图,图(b)为中间金属层的结构尺寸示意图,图(c)为下表面金属层的结构尺寸示意图。

[0021] 图3为多模双通带平衡滤波器仿真及测试图,其中图(a)为双频带仿真及测试图,图(b)为低频段共模仿真及测试图。

具体实施方式

[0022] 结合图1,本发明的一种叠层基片集成波导结构的多模双通带平衡滤波器,包括两

个叠层设置的第一介质基板4和第二介质基板5,第一介质基板4和第二介质基板5之间设置中间金属层2,第一介质基板4上表面设置上表面金属层1,第二介质基板5下表面设置下表面金属层3;

[0023] 其中,上表面金属层1和第一介质基板4上设置若干贯穿的金属化通孔,所述金属化通孔构成上层通孔阵列,第二介质基板5和下表面金属层3上也设置若干贯穿的金属化通孔,该金属化通孔构成下层通孔阵列,上述两个通孔阵列关于中间金属层2对称;所述上层通孔阵列、上表面金属层1和中间金属层2围包形成基片集成波导上层的三个腔体,分别为第一腔体31、第二腔体32和第三腔体33;所述下层通孔阵列、中间金属层2和下表面金属层3围包形成基片集成波导下层的三个腔体,分别为第四腔体34、第五腔体35和第六腔体36;

[0024] 中间金属层2具有一条水平轴线L1和一条垂直轴线L2,水平轴线L1与信号的传输方向相同,第一腔体31和第三腔体33关于垂直轴线L2对称,第四腔体34和第六腔体36关于垂直轴线L2对称;第四腔体34、第五腔体35和第六腔体36分别位于第一腔体31、第二腔体32和第三腔体33的垂直下层;

[0025] 所述第一腔体31、第三腔体33、第四腔体34和第六腔体36均为具有第一面积M1的四方形腔体结构,每个腔体的沿水平轴线方向的侧边具有相同的宽度;第二腔体32和第五腔体35均为具有第二面积M2的四方形腔体结构,同样每个腔体的沿水平轴线方向的侧边具有相同的宽度;

[0026] 所述第一腔体31、第二腔体32和第三腔体33依次相连,在连接部分形成第一耦合窗口和第二耦合窗口;第四腔体34、第五腔体35和第六腔体36依次相连,并在连接部分形成第三耦合窗口和第四耦合窗口。

[0027] 所述第一耦合窗口和第二耦合窗口、第三耦合窗口和第四耦合窗口的宽度均相等,第一耦合窗口和第二耦合窗口关于垂直轴线L2对称,第三耦合窗口和第四耦合窗口也关于垂直轴线L2对称。

[0028] 所述第二腔体32和第四腔体35之间在中间金属层2上蚀刻矩形金属槽21;矩形金属槽21关于水平轴线L1和垂直轴线L2对称。

[0029] 所述金属通孔6的直径均为0.8mm,两相邻金属通孔间距离是1.2mm。

[0030] 第一腔体31的长度 $l_1=18\text{mm}$,宽度 $w_1=14\text{mm}$;第二腔体32的长度 $l_2=21.6\text{mm}$,宽度 $w_2=15.9\text{mm}$;矩形金属槽21的长度 $l_3=20\text{mm}$,宽度 $w_3=14\text{mm}$;第一耦合窗口的宽度 $w_d=5\text{mm}$ 。

[0031] 所述第一介质基板4、第二介质基板5均采用R05880型号,介电常数为2.2,厚度为0.508mm。

[0032] 本发明将基片集成波导技术引入平衡带通滤波器的设计中,并设计叠层结构利用基片集成波导高次模式构建第二通带,减小了滤波器平面尺寸,实现了小型化。

[0033] 下面结合实施例对本发明做进一步详细的描述。

[0034] 实施例1

[0035] 如图1所示,根据本发明的较优实施例,一种叠层基片集成波导结构的多模双通带平衡滤波器,包括两个叠层设置的第一介质基板4、第二介质基板5,设置在第一介质基板4上表面的上表面金属层1和设置在第二介质基板5下表面的下表面金属层3,以及第一介质基板4和第二介质基板5的中间金属层2,中间金属层2具有一条水平轴线L1和一条垂直轴线L2,水平轴线L1与信号的传输方向相同。

[0036] 所述上表面金属层1和第一介质基板4上设置若干贯穿的金属化通孔,所述金属化通孔构成上层通孔阵列;第二介质基板5和下表面金属层3上也设置若干贯穿的金属化通孔,该金属化通孔构成下层通孔阵列,所述上层通孔阵列、上表面金属层1和中间金属层2围包形成基片集成波导上层的三个腔体,分别为第一腔体31、第二腔体32和第三腔体33,所述下层通孔阵列、中间金属层2和下表面金属层3围包形成基片集成波导下层的三个腔体,分别为第四腔体34、第五腔体35和第六腔体36。

[0037] 本实施例中,前述每个金属化通孔的直径是0.8mm,两个相邻通孔之间的距离是1.2mm。所述的第一腔体的长度 $l_1=18\text{mm}$,宽度 $w_1=14\text{mm}$;第二腔体的长度 $l_2=21.6\text{mm}$,宽度 $w_2=15.9\text{mm}$;矩形金属槽的长度 $l_3=20\text{mm}$,宽度 $w_3=14\text{mm}$;第一耦合窗口的宽度 $w_d=5\text{mm}$ 。所述第一介质基板4和第二介质基板5均采用R05880型号,介电常数为2.2,厚度为0.508mm。

[0038] 参考图1所示,第一腔体31和第三腔体33、第四腔体34和第六腔体36分别关于垂直轴线L2对称,所述第四腔体34、第五腔体35和第六腔体36分别位于第一腔体31、第二腔体32和第三腔体33的垂直下层。

[0039] 所述第一腔体31、第三腔体33、第四腔体34和第六腔体36均为具有第一面积M1的四方形腔体结构,每个腔体的沿水平轴线方向的侧边具有相同的宽度;第二腔体32、第五腔体35均为具有第二面积M2的四方形腔体结构,每个腔体的沿水平轴线方向的侧边具有相同的宽度。

[0040] 所述第一腔体31、第二腔体32和第三腔体33依次相连,在连接部分形成第一耦合窗口和第二耦合窗口;第四腔体34、第五腔体35和第六腔体36依次相连,并在连接部分形成第三耦合窗口和第四耦合窗口;

[0041] 优点地,所述第一耦合窗口与第二耦合窗口、第三耦合窗口与第四耦合窗口关于垂直轴线L2对称;所述的耦合窗口宽度相等,且关于垂直轴线L2对称。

[0042] 所述中间金属层上蚀刻矩形金属槽21位于第二腔体32和第五腔体35之间;矩形金属槽21关于水平轴线和垂直轴线对称。

[0043] 本实施例中,前述提出的叠层基片集成波导结构的多模双通带平衡滤波器的实现方法,其制作过程包括以下步骤:

[0044] 将第一介质基板4和第二介质基板5垂直叠放,在第一介质基板4的上表面、第一介质基板4和第二介质基板5之间、第二介质基板5的下表面分别安装上表面金属层1、中间金属层2、下表面金属层3,前述第一介质基板4、第二介质基板5的水平轴线L1与信号的传输方向相同;

[0045] 上表面金属层1和第一介质基板4上设置若干贯穿的金属化通孔,所述金属化通孔构成上层通孔阵列;第二介质基板5和下表面金属层3上也设置若干贯穿的金属化通孔,上层通孔阵列、上表面金属层1和中间金属层2围包形成基片集成波导上层的三个腔体,分别为第一腔体31、第二腔体32和第三腔体33,下层通孔阵列、中间表面金属层2和下层金属层3围包形成基片集成波导下层的三个腔体,分别为第四腔体34、第五腔体35及第六腔体36,其中:第一腔体31和第三腔体33、第四腔体34和第六腔体36分别关于垂直轴线L2对称,所述第四腔体34、第五腔体35和第六腔体36分别位于第一腔体31、第二腔体32和第三腔体33的垂直下层;第一腔体31、第三腔体33、第四腔体34和第六腔体36均为具有第一面积M1的四方形腔体结构,每个腔体的沿水平轴线方向的侧边具有相同的宽度;第二腔体32和第五腔体35

均为具有第二面积 M_2 的四方形腔体结构,每个腔体的沿水平轴线方向的侧边具有相同的宽度;且第一腔体31、第二腔体32和第三腔体33依次相连,在连接部分形成第一耦合窗口和第二耦合窗口;第四腔体34、第五腔体35和第六腔体36依次相连,并在连接部分形成第三耦合窗口和第四耦合窗口;

[0046] 在优选的实施方式中,前述实现方法还包括以下内容:

[0047] 在所述中间金属层上蚀刻矩形金属槽21位于第二腔体32和第五腔体35之间;矩形金属槽21关于水平轴线 L_1 和垂直轴线 L_2 对称。

[0048] 更优选地,前述实现方法还包括以下内容:

[0049] 如图2所示为根据图1实施方式实现的叠层基片集成波导结构的多模双通带平衡滤波器的一个带尺寸表示的结构示例,其中:第一腔体31、第三腔体33、第四腔体34和第六腔体36具有相同的结构尺寸,长度为 l_1 ,宽度为 w_1 ;第二腔体32和第五腔体35具有相同的结构尺寸,宽度为 w_2 ,长度为 l_2 。通过调整腔体的尺寸,从而选择合适的频率的谐振模式。

[0050] 如图2所示在第一腔体31、第二腔体32和第三腔体33之间,蚀刻第一耦合窗口和第二耦合窗口;在第四腔体34、第五腔体35和第六腔体36之间,蚀刻第三耦合窗口和第四耦合窗口。四个耦合窗口具有相同的宽度,宽度为 w_d 。

[0051] 如图2所示为根据图1实施方式实现的叠层基片集成波导结构的多模双通带平衡滤波器的一个带尺寸表示的结构示例,其中:中间金属层2上矩形金属槽21宽度为 w_3 ,长度为 l_3 。

[0052] 参考图1,如图2所示,为了提高共模抑制水平,在中间金属层上,位于第二腔体和第五腔体之间的特定位置蚀刻矩形金属槽。通过调整矩形金属槽的位置和尺寸,提高共模抑制。矩形金属槽的宽度为 w_3 ,长度 l_3 。

[0053] 本实施例中,结合图2(a)上表面金属层的结构尺寸示意图、图2(b)中间金属层的结构尺寸示意图、图2(c)下表面金属层的结构尺寸示意图,为实现基于叠层基片集成波导结构,具有较高共模抑制、带间隔离度和可控中心频率的共模抑制增强型双通带平衡滤波器,最优化尺寸参数为: $l_1=18\text{mm}$, $l_2=21.6\text{mm}$, $l_3=20\text{mm}$, $w_1=14\text{mm}$, $w_2=15.9\text{mm}$, $w_3=14\text{mm}$, $w_d=5\text{mm}$ 。

[0054] 图3给出了滤波器仿真和测试图。对于差模响应,第一通带的中心频率为13.55GHz,3-dB带宽为430MHz,为了方便实测,激励端口做了延长,并增加了两端弯曲,带来一定的阻抗不连续,同时SMA接头有一定的插损,实测得到的最小插入损耗为2.52dB。第二通带的中心频率为15.82GHz,3dB带宽为220MHz,实测得到的最小插入损耗为3.2dB。在带内测得两个传输零点 f_{z1} 和 f_{z2} ,可以提高两通带间的隔离度。此外,在第二通带上边频带上引入的传输零点 f_{z3} ,提高了带外抑制。分析共模响应情况,两通带最小共模抑制分别为47dB和51dB。图3(b)给出了1GHz到12GHz共模信号仿真测试图,可以看出在较宽的频带内,共模信号抑制优于50dB,双通带隔离度优于45dB。

[0055] 由上可知,本发明将基片集成波导技术引入平衡带通滤波器的设计中,并设计叠层结构利用基片集成波导高次模式构建第二通带,减小了滤波器平面尺寸,实现了小型化。

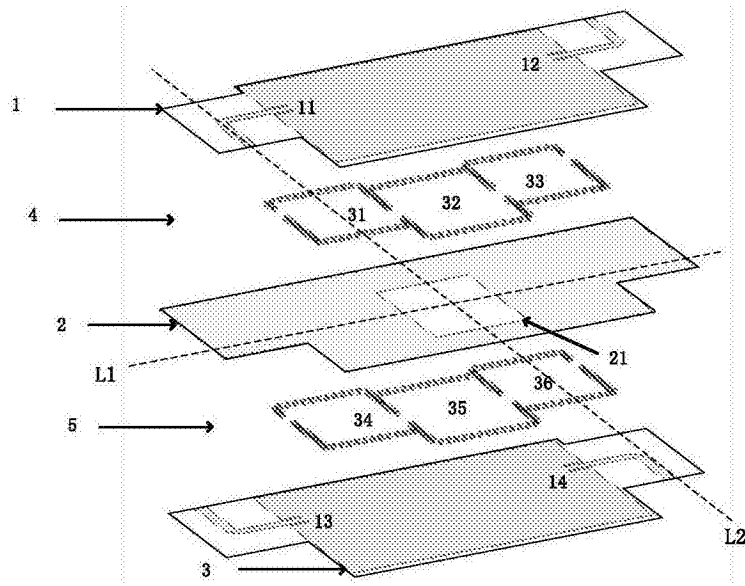


图1

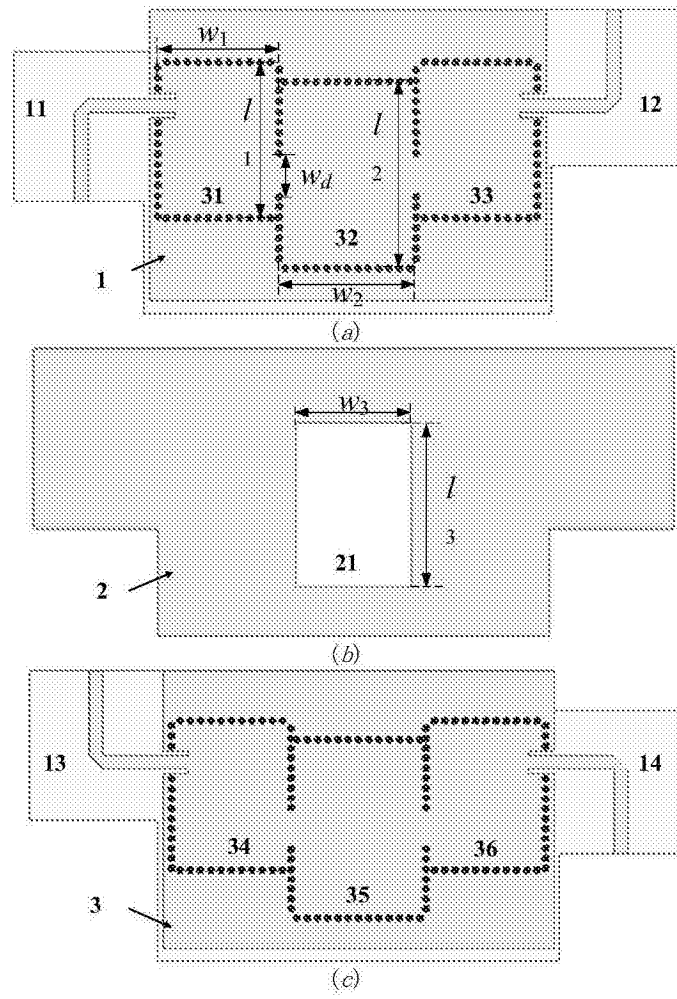
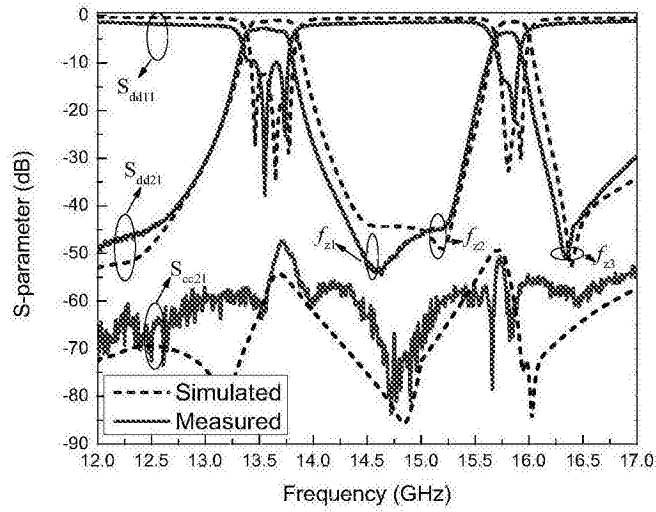
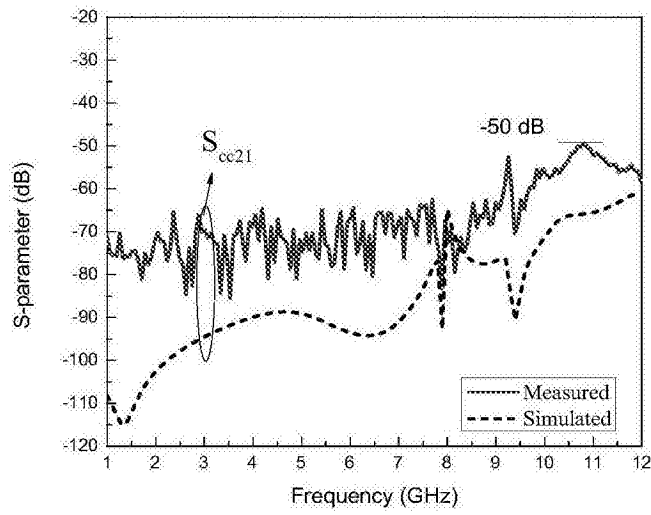


图2



(a)



(b)

图3