



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110098482 B

(45) 授权公告日 2020. 09. 22

(21) 申请号 201910302811.X

H01Q 1/48 (2006.01)

(22) 申请日 2019.04.16

H01Q 1/50 (2006.01)

H01Q 15/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110098482 A

(56) 对比文件

CN 109037922 A, 2018.12.18

(43) 申请公布日 2019.08.06

审查员 李睿

(73) 专利权人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山路
381号

(72) 发明人 杨琬琛 张迎琪 车文荃 薛泉
廖绍伟 陈璐

(74) 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有
限公司 44245

代理人 王东东

(51) Int. Cl.

H01Q 1/38 (2006.01)

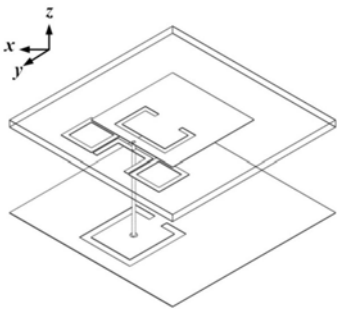
权利要求书1页 说明书5页 附图8页

(54) 发明名称

一种基于辐射抵消的多零点宽带滤波天线

(57) 摘要

本发明公开了一种基于辐射抵消的多零点宽带滤波天线,包括介质基板及金属地板,金属地板位于介质基板的下方,所述金属地板及介质基板之间填充空气,所述介质基板的上表面设置一个金属辐射贴片,所述金属辐射贴片蚀刻开口环型缝隙,所述介质基板的下表面设置U型枝节,所述U型枝节的两侧对称设置空心正方形环,所述金属地板蚀刻缺陷地结构;还包括同轴馈电结构,所述同轴馈电结构包括金属探针,所述金属探针从金属地板底部馈电,垂直穿过U型枝节、与金属辐射贴片相连接,连接点位于开口环型缝隙与金属辐射贴片边缘之间。该天线结构简单,减少了天线馈电部分的损耗,又因加工容易、成本低、体积小,更适合平面天线阵列设计,应用于大规模生产。



1. 一种基于辐射抵消的多零点宽带滤波天线,其特征在于,包括介质基板及金属地板,金属地板位于介质基板的下方,所述金属地板及介质基板之间填充空气,所述介质基板的上表面设置一个金属辐射贴片,所述金属辐射贴片蚀刻开口环型缝隙,所述介质基板的下表面设置U型枝节,所述U型枝节的两侧对称设置空心正方形环,所述金属地板蚀刻缺陷地结构;

还包括同轴馈电结构,所述同轴馈电结构包括金属探针,所述金属探针从金属地板底部馈电,垂直穿过U型枝节与金属辐射贴片相连接,连接点位于开口环型缝隙与金属辐射贴片边缘之间;

所述金属辐射贴片、金属辐射贴片上的开口环型缝隙、U型枝节、两个空心正方形环及缺陷地结构均沿介质基板的Y轴对称设置,金属探针与金属辐射贴片、U型枝节的连接点设置在介质基板y向的中轴线上。

2. 根据权利要求1所述的多零点宽带滤波天线,其特征在于,所述开口环型缝隙、U型枝节、缺陷地结构及金属探针的个数相同。

3. 根据权利要求1所述的多零点宽带滤波天线,其特征在于,所述开口环型缝隙朝向金属辐射贴片的中心点方向弯折。

4. 根据权利要求1所述的多零点宽带滤波天线,其特征在于,所述U型枝节的开口朝向背离介质基板中心点方向。

5. 根据权利要求4所述的多零点宽带滤波天线,其特征在于,所述金属探针与U型枝节的交点位于U型枝节。

6. 根据权利要求1所述的多零点宽带滤波天线,其特征在于,所述缺陷地结构具体为开口环型缝隙,且缝隙朝向金属地板的中心方向弯折。

7. 根据权利要求1-6任一项所述的多零点宽带滤波天线,其特征在于,所述同轴馈电结构还包括用于金属探针底部馈电的圆孔,设置在金属地板上,所述金属探针与该圆孔共圆心,该圆孔位于缺陷地结构所包围的范围内。

8. 根据权利要求2所述的多零点宽带滤波天线,其特征在于,

当采用差分馈电时,所述金属探针有两个,且关于介质基板X轴对称,所述开口环型缝隙、U型枝节及缺陷地结构也各有两个,并关于介质基板X轴对称;

当采用单馈时,所述金属探针、开口环型缝隙、U型枝节及缺陷地结构均为一个。

一种基于辐射抵消的多零点宽带滤波天线

技术领域

[0001] 本发明涉及一种滤波天线,具体涉及一种基于辐射抵消的多零点宽带滤波天线。

背景技术

[0002] 随着现代无线通信技术的发展,通信系统趋于小型化、集成化、多功能化,这对射频前端电路的要求越来越高。在无线通讯系统中,滤波器的主要功能是实现信号的选取,滤除频带外的噪声,抑制谐波等。一般来说,天线和滤波器都是独立设计,再通过传输线或者匹配电路直接级联来协调工作的,但是分立设计就需要额外的电路来进行阻抗匹配,势必会增大整个系统的尺寸,从而产生额外的传输损耗,这对天线的辐射性能有很大的影响,也会降低整个系统的性能。

[0003] 滤波天线即将天线和滤波器进行集成融合设计,在天线模块上同时实现滤波和辐射性能。这实现了天线模块的多功能化,有效地减少了系统中的结构,大大减小了系统的尺寸,更符合系统的小型化高性能的发展需求。滤波天线的设计方法主要分为两类:一种方法是滤波器和天线进行集成设计,天线作为滤波器的最后一级谐振,但是系统中仍然存在插入损耗。第二种方法是在不引入额外滤波电路的前提下,在天线单元上加载一些特定的结构来改变天线的辐射模式或者是辐射方向图,由此在通带左右两边引入增益零点,进而实现天线辐射增益的带通滤波特性,这种方法还有利于通信系统实现小型化、集成化、多功能化。

发明内容

[0004] 为了克服现有技术存在的缺点与不足,本发明提供一种基于辐射抵消的多零点宽带滤波天线,该天线能在紧凑结构下实现较高的增益以及滤波性能。

[0005] 本发明采用如下技术方案:

[0006] 一种基于辐射抵消的多零点宽带滤波天线,包括介质基板及金属地板,金属地板位于介质基板的下方,所述金属地板及介质基板之间填充空气,所述介质基板的上表面设置一个金属辐射贴片,所述金属辐射贴片蚀刻开口环型缝隙,所述介质基板的下表面设置U型枝节,所述U型枝节的两侧对称设置空心正方形环,所述金属地板蚀刻缺陷地结构;

[0007] 还包括同轴馈电结构,所述同轴馈电结构包括金属探针,所述金属探针从金属地板底部馈电,垂直穿过U型枝节、与金属辐射贴片相连接,连接点位于开口环型缝隙与金属辐射贴片边缘之间。

[0008] 所述开口环型缝隙、U型枝节、缺陷地结构及金属探针的个数相同。

[0009] 所述开口环型缝隙关于介质基板Y轴对称,且朝向金属辐射贴片的中心点方向弯折。

[0010] 所述U型枝节的开口朝向背离介质基板的中心点,所述U型枝节关于介质基板的Y轴对称。

[0011] 所述金属探针与U型枝节的交点位于U型枝节关于Y轴对称的中心点。

[0012] 所述缺陷地结构具体为关于介质基板Y轴对称的开口环型缝隙,且缝隙朝向金属地板的中心方向弯折。

[0013] 所述同轴馈电结构还包括用于金属探针底部馈电的圆孔,设置在金属地板上,所述金属探针与该圆孔共圆心,该圆孔位于缺陷地结构所包围的范围内。

[0014] 本发明当采用差分馈电时,所述金属探针有两个,且关于介质基板Y轴对称,所述开口环型缝隙、U型枝节及缺陷地结构也各有两个,并关于介质基板Y轴对称;

[0015] 当采用单馈时,所述金属探针、开口环型缝隙、U型枝节及缺陷地结构均为一个。

[0016] 本发明的有益效果:

[0017] (1) 本发明包括缺陷地结构、开口环型缝隙、U型连接支节、耦合方环,由于没有额外的滤波电路,可以有效减小射频前端的体积和额外的损耗,使天线具有紧凑的结构和较高的增益。

[0018] (2) 本发明在实现滤波性能的同时实现了较宽的带宽;

[0019] (3) 本发明使天线在馈电过程中产生电流反相、辐射抵消,从而形成增益零点,多个辐射零点可以让阻带部分形成较好的抑制水平与阻带带宽。

[0020] (4) 本发明提出的基于辐射抵消的多零点宽带滤波天线,采用一层介质基板和一层金属地板,结构简单,加工容易,成本和重量都相对较小,因而可以大规模生产。

附图说明

[0021] 图1是本发明实施例1的结构示意图;

[0022] 图2(a)是本发明实施例1的结构俯视图;

[0023] 图2(b)是本发明实施例1的介质基板背视图;

[0024] 图2(c)是本发明实施例1的金属地板俯视图;

[0025] 图2(d)是本发明实施例1的结构侧视图;

[0026] 图3(a)是本发明实施例1的增益随频率变化的示意图;图3(b)是本发明实施例1的反射特性示意图。

[0027] 图4(a)是本发明实施例1在4.6GHz处的辐射方向图示意图;图4(b)是本发明实施例1在5.5GHz处的辐射方向图示意图。

[0028] 图5(a)是本发明实施例2的结构俯视图,图5(b)是本发明实施例2的介质基板背视图,图5(c)是本发明实施例2的金属地板俯视图,图5(d)是本发明实施例2的结构侧视图。

[0029] 图6(a)是本发明实施例2的增益随频率变化的示意图;图6(b)是本发明实施例2的反射特性示意图。

[0030] 图7(a)是本发明实施例2在4.8GHz处的辐射方向图示意图;图7(b)是本发明实施例2在5.6GHz处的辐射方向图示意图。

具体实施方式

[0031] 下面结合实施例及附图,对本发明作进一步地详细说明,但本发明的实施方式不限于此。

[0032] 实施例1

[0033] 一种基于辐射抵消的多零点宽带滤波天线,由一层介质基板和一层金属地板构

成,并采用探针馈电的方式,介质基板的X轴方向为竖直方向,Y轴方向为水平方向,原点为介质基板的中心点,本实施例中提到的XY坐标系方向,以附图为准。

[0034] 如图1及图2(a)、图2(b)、图2(c)及图2(d)所示,包括介质基板1、同轴馈电结构及金属地板2,金属地板位于介质基板的下方,所述金属地板及介质基板间有空气隔开一段距离,所述介质基板的上表面设置一个金属辐射贴片3,所述介质基板的下表面设置U型枝节,所述U型枝节的两侧对称设置空心正方形环,所述金属地板蚀刻缺陷地结构5;所述同轴馈电结构包括金属探针及金属地板设置的圆孔,金属探针从金属地板底部圆孔馈电,垂直穿过U型枝节与金属辐射贴片相连接,圆孔与金属探针同心。

[0035] 所述金属辐射贴片蚀刻一个开口环型缝隙4,所述开口环型缝隙沿y轴对称、且缝隙朝向金属辐射贴片的中心方向弯折;本实施例中开口环型缝隙位于金属辐射贴片X轴的一侧。所述开口环型缝隙由五条缝隙垂直连接构成,所述开口环型缝隙与金属辐射贴片边缘有一定距离。

[0036] 所述介质基板的下表面设置一个U型枝节8,所述U型枝节的两侧设置空心正方形环,所述U型枝节开口朝向背离介质基板的中心点,所述U型枝节关于介质基板的Y轴对称。两个正方形空心环关于介质基板Y轴对称,且与U型枝节有一定距离。所述U型枝节由三条枝节垂直连接构成,两条水平枝节及一条垂直枝节,两个正方形空心环9分别位于两条水平枝节的外侧。U型枝节位于介质基板X轴的一侧。

[0037] 所述金属地板蚀刻一个缺陷地结构,所述缺陷地结构具体为关于Y轴对称的开口环型缝隙,且缝隙朝向金属地板的中心方向弯折,所述金属地板蚀刻一个圆孔,该圆孔被缝隙包围,且位于金属地板关于Y轴对称的中线上。

[0038] 本实施例由探针单馈,同轴馈电结构包括一个金属探针7,所述金属探针通过金属地板的圆孔6进行底部馈电,然后垂直穿过U型枝节,最后与金属辐射贴片连接。连接点位于开口环型缝隙与金属辐射贴片边缘之间,位于所述介质基板y向的中轴线,所述金属探针与U型枝节的交点位于垂直枝节的中点上。

[0039] 各个部分的尺寸如下:

[0040] 所述介质基板1的介电常数 ϵ_r 为 $[2.2, 4.4]$,厚度为 $[0.02\lambda, 0.1\lambda]$;金属地板2厚度为 $[0.005\lambda, 0.1\lambda]$,两者边长g都为 $[0.5\lambda, 1.5\lambda]$,两者之间距离为 $[0.05\lambda, 0.4\lambda]$ 。其中, λ 为自由空间波长。

[0041] 金属辐射贴片3非辐射边a为 $0.2\lambda_{g0} \sim 0.7\lambda_{g0}$,辐射边b为 $0.3\lambda_{g0} \sim 0.7\lambda_{g0}$,其中, λ_{g0} 为天线中心频率对应的介质有效波长。辐射贴片上蚀刻的开口环型缝隙的尺寸为 $s_1 = [0.15\lambda_{g3}, 0.3\lambda_{g3}]$, $s_2 = [0.1\lambda_{g3}, 0.3\lambda_{g3}]$, $s_3 = [0.01\lambda_{g3}, 0.1\lambda_{g3}]$, $w_3 = [0.005\lambda_{g3}, 0.15\lambda_{g3}]$,与辐射贴片的边缘距离为 $s_0 = [0.01\lambda_{g3}, 0.15\lambda_{g3}]$ 。且开口环型缝隙的总长度为 $0.4\lambda_{g3} \sim 0.6\lambda_{g3}$,其中, λ_{g3} 为天线通带下边频最近的零点对应的介质有效波长。

[0042] U型支节的尺寸为 $p_1 = [0.1\lambda_{g1}, 0.25\lambda_{g1}]$, $p_2 = [0.03\lambda_{g1}, 0.15\lambda_{g1}]$, $w_1 = [0.01\lambda_{g1}, 0.1\lambda_{g1}]$,金属U型支节与正方形金属环之间的距离为 $d_0 = [0.002\lambda_{g1}, 0.1\lambda_{g1}]$ 。且金属U型支节的总长度为 $0.35\lambda_{g1} \sim 0.65\lambda_{g1}$,其中, λ_{g1} 为天线通带上边频最近的零点对应的介质有效波长。

[0043] 空心正方形环的尺寸为 $p_3 = [0.15\lambda_{g2}, 0.35\lambda_{g2}]$, $w_2 = [0.01\lambda_{g2}, 0.1\lambda_{g2}]$,空心正方形环的边长为 $0.15\lambda_{g2} \sim 0.35\lambda_{g2}$,其中, λ_{g2} 为天线高频阻带较高频的零点对应的介质有效

波长。

[0044] 馈电用的金属探针7的直径为 $[0.005\lambda, 0.015\lambda]$;金属探针7与金属辐射贴片3连接处与辐射贴片边缘距离为 $d = [0.005\lambda, 0.15\lambda]$ 。

[0045] 金属地板2上蚀刻的圆孔6的直径为 $[0.015\lambda, 0.05\lambda]$,包围圆孔的缺陷地结构5的尺寸为 $n_1 = [0.1\lambda_{g4}, 0.4\lambda_{g4}]$, $n_2 = [0.1\lambda_{g4}, 0.4\lambda_{g4}]$, $n_3 = [0.03\lambda_{g4}, 0.1\lambda_{g4}]$, $w_4 = [0.1\lambda_{g4}, 0.2\lambda_{g4}]$,缺陷地结构与金属地板边缘距离为 $n_0 = [0.03\lambda_{g4}, 0.1\lambda_{g4}]$ 。缺陷地结构5的总长度约 $0.4\lambda_{g4} \sim 0.7\lambda_{g4}$,其中, λ 为自由空间波长, λ_{g4} 为天线低频阻带较低频的零点对应的介质有效波长。

[0046] 本实施例1中如图2(a)-图2(d)所述,具体尺寸如下:

[0047] 介质基板的介电常数 ϵ_r 为2.2,厚度 $h_1 = 1.575\text{mm}$;金属地板厚度为1mm,两者的边长都是 $g = 44\text{mm}$,两者之间距离 $h_2 = 4\text{mm}$ 。其中, λ 为自由空间波长。

[0048] 金属辐射贴片的两边长 $a = 21\text{mm}$, $b = 13\text{mm}$,金属辐射贴片上蚀刻的开口环型缝隙的尺寸为 $s_1 = 13\text{mm}$, $s_2 = 8\text{mm}$, $s_3 = 3.5\text{mm}$, $w_3 = 1\text{mm}$,与金属辐射贴片的边缘距离为 $s_0 = 3\text{mm}$ 。

[0049] U型支节的尺寸为 $p_1 = 9.5\text{mm}$, $p_2 = 5\text{mm}$, $p_3 = 8\text{mm}$,正方形金属环的尺寸为 $w_1 = 1\text{mm}$, $w_2 = 1\text{mm}$,U型支节与空心正方形环之间的距离为 $d_0 = 0.3\text{mm}$ 。

[0050] 馈电用的金属探针的直径为0.6mm;金属探针与金属辐射贴片连接处与辐射贴片边缘距离为 $d = 2\text{mm}$ 。

[0051] 金属地板上蚀刻的圆孔6的直径为 $[0.015\lambda, 0.05\lambda]$,包围圆孔6的缺陷地结构5的尺寸为 $n_1 = 13\text{mm}$, $n_2 = 14.5\text{mm}$, $n_3 = 5\text{mm}$, $w_4 = 1\text{mm}$,缺陷地结构5与金属地板2边缘距离为 $n_0 = 3.5\text{mm}$ 。

[0052] 结合图3(a)及图3(b),天线在工作频段内具有较高的稳定增益,最大增益8.71dBi,且在工作频段边缘具有良好的频率选择性,带外具有较高的抑制,抑制大于20dB。可以看出,天线在中心频率处匹配良好,且具有较宽的阻抗带宽,带宽为20.4%。

[0053] 结合4(a)及图4(b),天线在通带内的方向图对称性基本良好,主辐射方向增益在通带内在7到8.71dBi之间。

[0054] 其中, λ 为中心频率对应的自由空间波长, λ_{g0} 、 λ_{g1} 、 λ_{g2} 、 λ_{g3} 、 λ_{g4} 分别为中心频率、通带上边频零点、高频阻带较高零点、通带下边频零点、低频阻带较低零点频率对应的介质有效波长,本实施例中 λ 取值为59.5mm, λ_{g0} 取值为54.7mm, λ_{g1} 取值为47.57mm, λ_{g2} 取值为35.38mm, λ_{g3} 取值为69mm, λ_{g4} 取值为86.3mm。

[0055] 实施例2

[0056] 如图5(a),图5(b)、图5(c)及图5(d)所示,一种基于辐射抵消的多零点宽带滤波天线,本实施例采用差分馈电方式,所述同轴馈电结构包括两个结构尺寸相同的金属探针、两个金属探针关于X轴对称从金属地板底部馈电至金属辐射贴片,金属探针与金属地板蚀刻的圆孔共圆心。金属辐射贴片的上表面蚀刻两个结构尺寸相同的开口环型缝隙,下表面设置两个结构尺寸相同的U型枝节,金属地板上蚀刻两个结构尺寸相同的缺陷地结构,两个开口环型缝隙,两个U型枝节及两个缺陷地结构均关于X轴对称,其他特征与实施例1相同。

[0057] 本实施例2的具体尺寸如下:

[0058] 介质基板的介电常数 ϵ_r 为2.2,厚度 $h_1 = 1.575\text{mm}$;金属地板厚度为1mm,两者的边长都是 $g = 44\text{mm}$,两者之间距离 $h_2 = 4\text{mm}$ 。其中, λ 为自由空间波长。

[0059] 金属辐射贴片的两边长 $a=22.6\text{mm}$,辐射贴片上蚀刻的开口环型缝隙的尺寸为 $s_1=14.5\text{mm}$, $s_2=7.8\text{mm}$, $s_3=2.3\text{mm}$, $w_3=0.3\text{mm}$,与金属辐射贴片的边缘距离为 $s_0=3.2\text{mm}$ 。

[0060] 金属U型支节的尺寸为 $p_1=10.5\text{mm}$, $p_2=5.3\text{mm}$, $w_1=1\text{mm}$,空心正方形金属环的尺寸为 $p_3=8.2\text{mm}$, $w_2=0.5\text{mm}$,U型支节与空心正方形环之间的距离为 $d_0=0.3\text{mm}$ 。

[0061] 馈电用的金属探针的直径为 0.6mm ;金属探针与辐射贴片连接处与辐射贴片边缘距离为 $d=0.8\text{mm}$ 。

[0062] 金属地板上蚀刻的圆孔的直径为 $[0.015\lambda, 0.05\lambda]$,包围圆孔的缺陷地结构的尺寸为 $n_1=14\text{mm}$, $n_2=16.1\text{mm}$, $n_3=6.8\text{mm}$, $w_4=2.5\text{mm}$,缺陷地结构与金属地板边缘距离为 $n_0=5\text{mm}$ 。

[0063] 结合图6(a)及图6(b),天线在工作频段内具有较高的稳定增益,最大增益 9.23dBi ,且在工作频段边缘具有良好的频率选择性,带外具有较高的抑制,抑制大于 20dB 。可以看出,天线在中心频率处匹配良好,且具有较宽的阻抗带宽,带宽为 19.2% 。

[0064] 结合图7(a)及图7(b),采用差分馈电方式 and 对称的天线结构,改善天线方向图的对称性,同时使得天线具有较低交叉极化,交叉极化电平小于 -40dB 。天线主辐射方向增益在通带内在 8.2 到 9.23dBi 之间。

[0065] 其中, λ 为中心频率对应的自由空间波长, λ_{g0} 、 λ_{g1} 、 λ_{g2} 、 λ_{g3} 、 λ_{g4} 分别为中心频率、通带上边频零点、高频阻带较高零点、通带下边频零点、低频阻带较低零点频率对应的介质有效波长,本实施例中 λ 取值为 58.4mm , λ_{g0} 取值为 53.7mm , λ_{g1} 取值为 45mm , λ_{g2} 取值为 34.9mm , λ_{g3} 取值为 61.3mm , λ_{g4} 取值为 91.9mm 。金属辐射贴片上蚀刻的开口环型缝隙在低频通带边缘引入辐射零点,金属地板上蚀刻的缺陷地结构在低频带外频段引入第二个辐射零点,从而产生低频带外阻带,并具有较好的选择性;同时,金属探针上加载的金属U型支节在高频通带边缘引入一个辐射零点,U型支节与两边的正方形空心环耦合,在高频带外频段产生第二个辐射零点,形成了高频带外阻带,并具有较好的选择性,实现滤波响应。由于没有额外的滤波器/谐振器或滤波电路,此设计可大大减少射频前端的体积,并且没有额外的插入损耗;另外,滤波结构的引入也会影响天线的阻抗,从而引入了通带内的谐振点,拓宽了天线带宽。此方法可以在紧凑高增益的结构下实现滤波性能。

[0066] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受所述实施例的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。

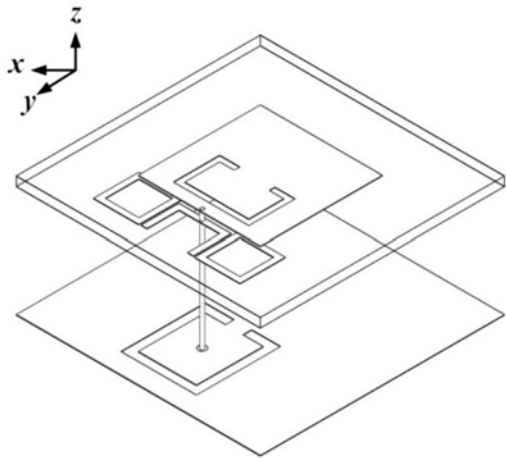


图1

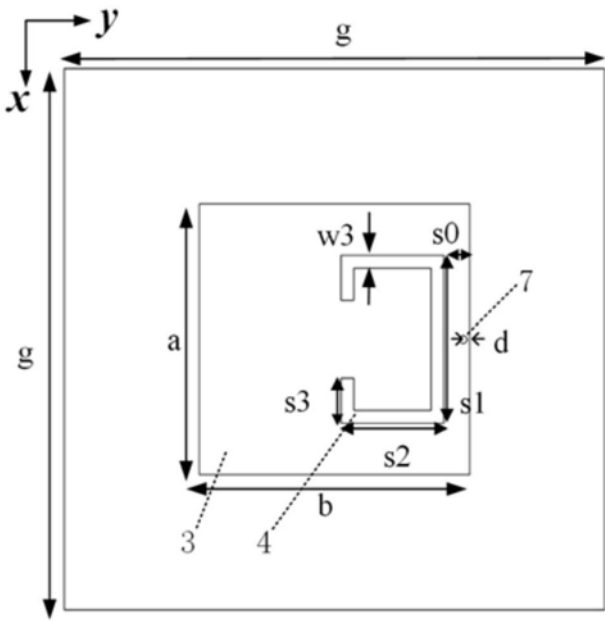


图2 (a)

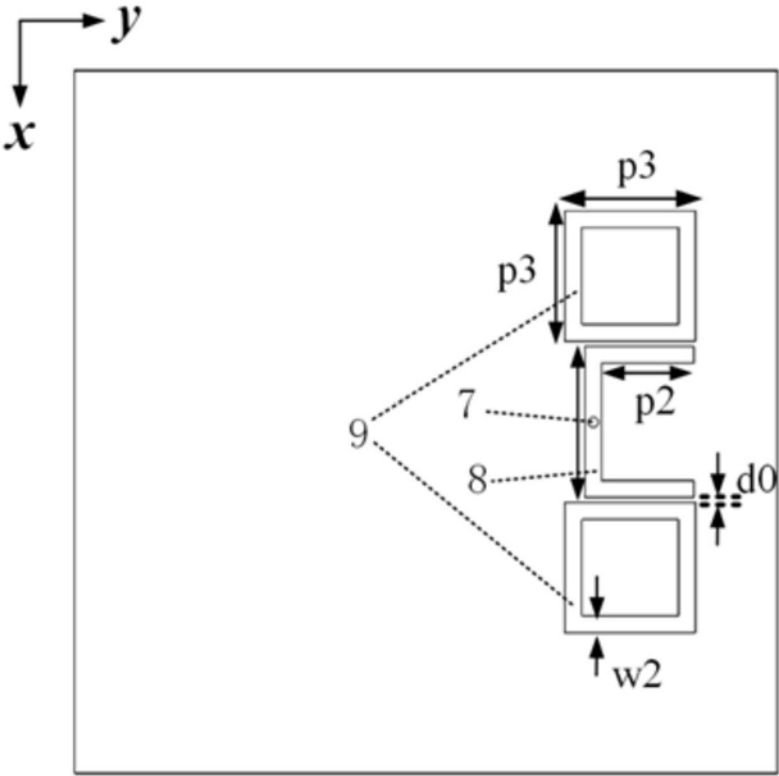


图2 (b)

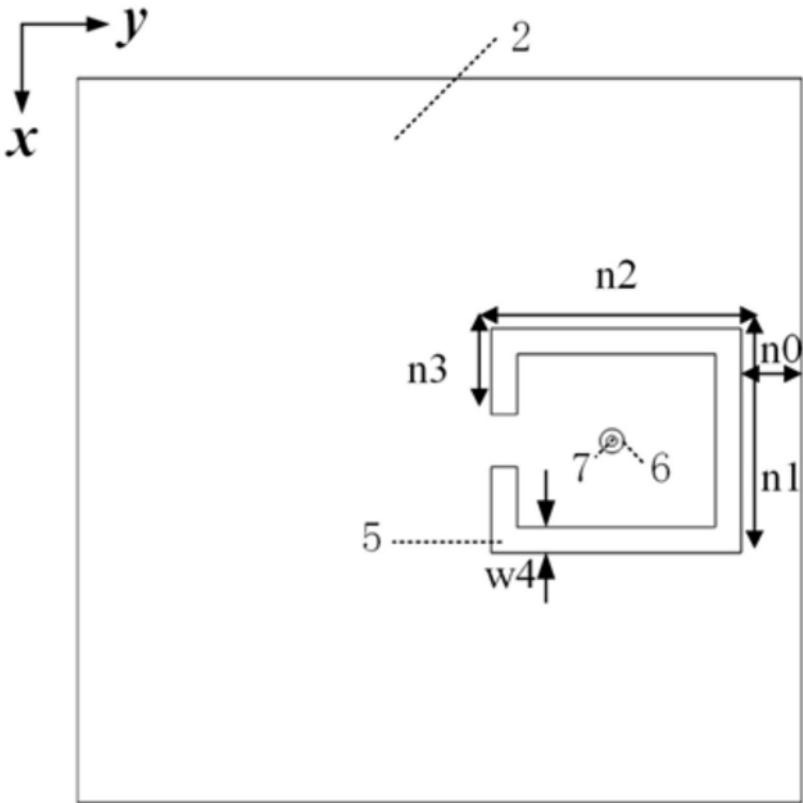


图2 (c)

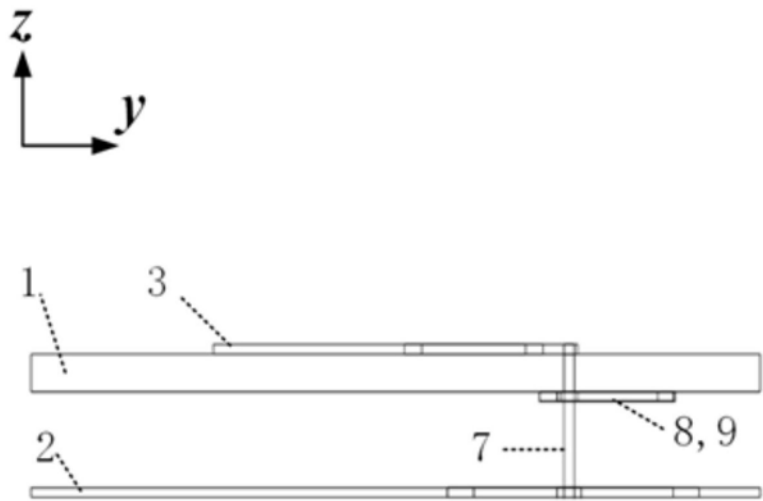


图2 (d)

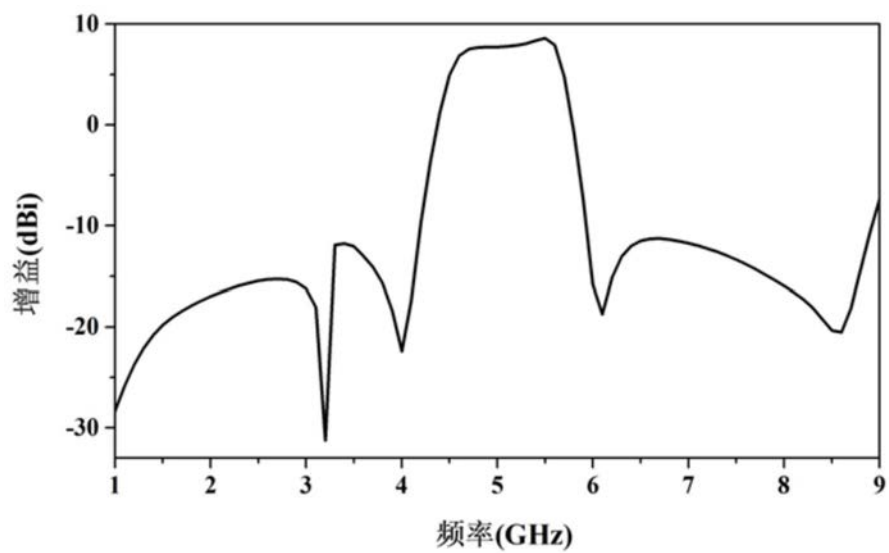


图3 (a)

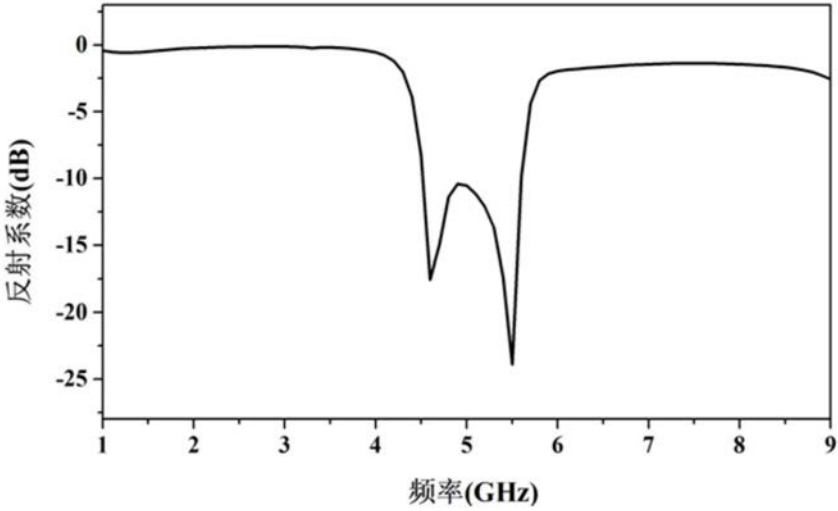


图3 (b)

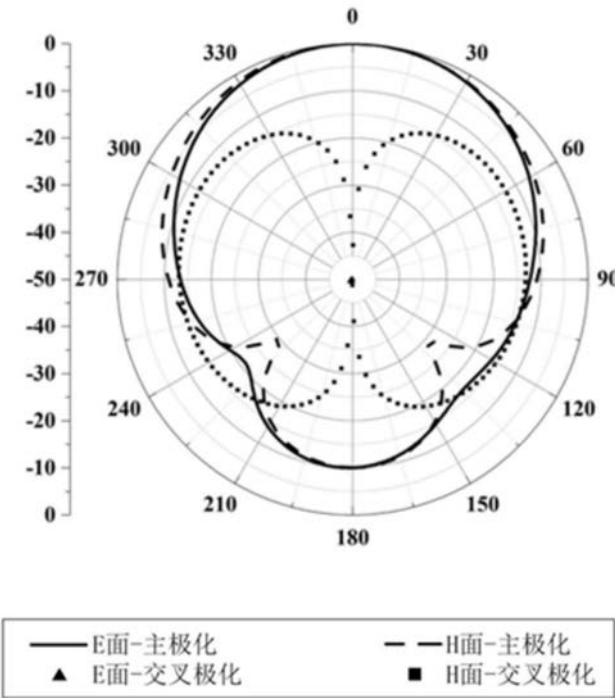


图4 (a)

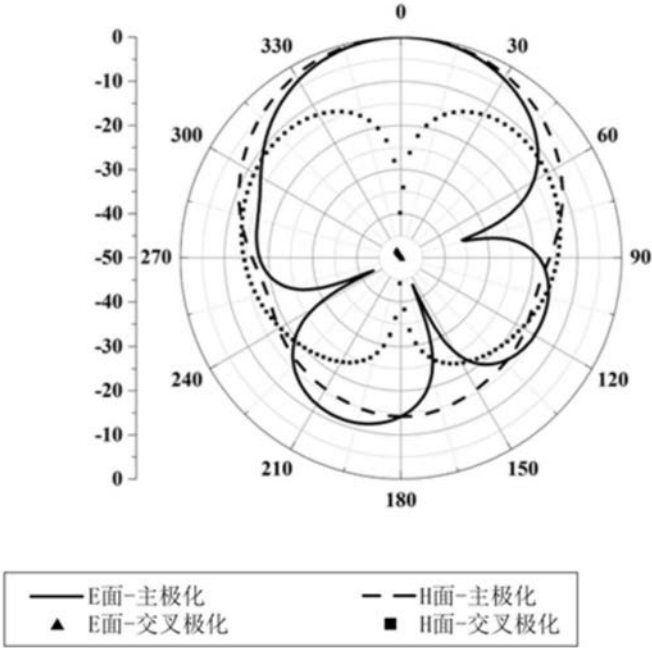


图4 (b)

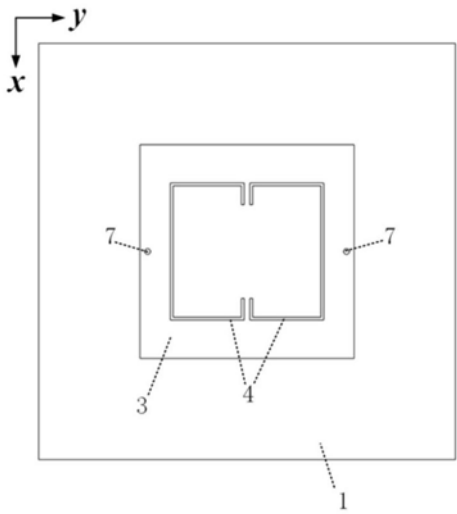


图5 (a)

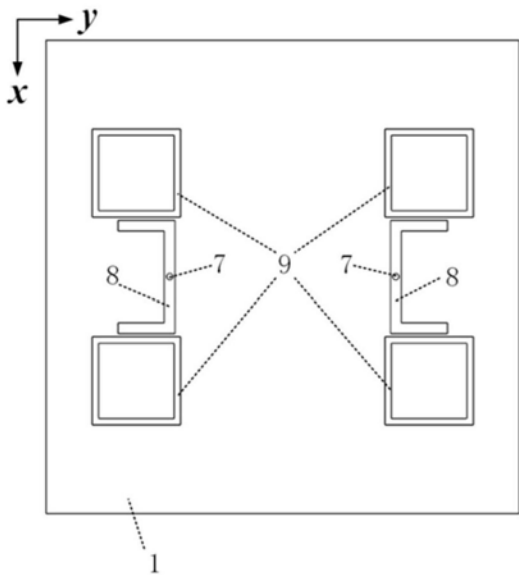


图5 (b)

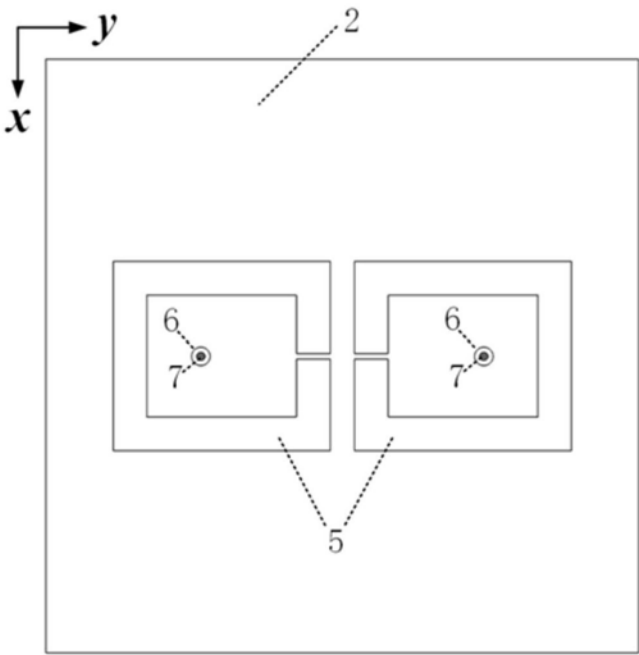


图5 (c)

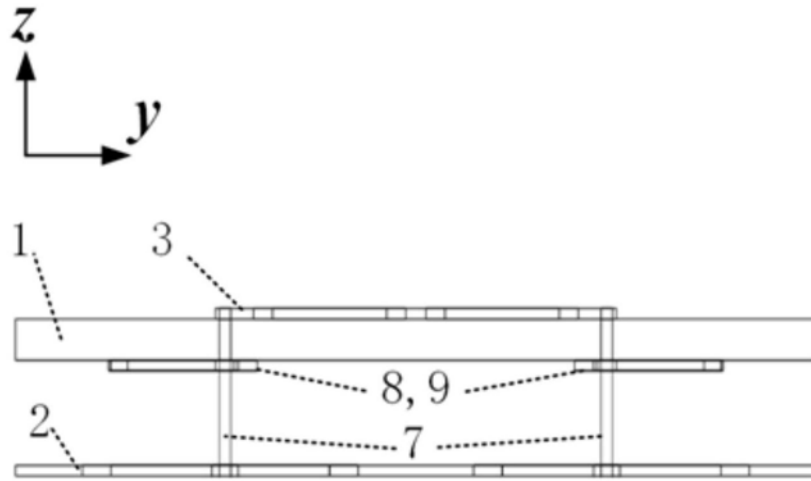


图5 (d)

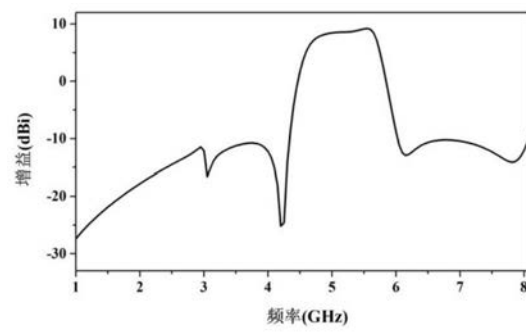


图6 (a)

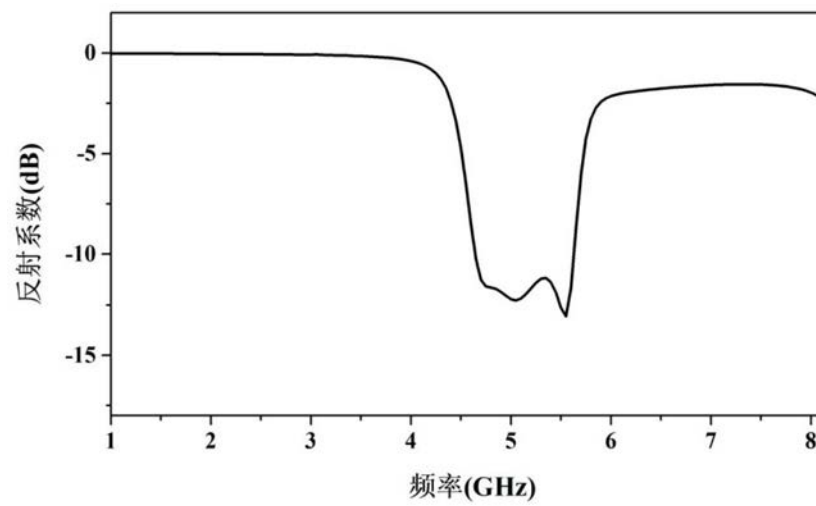


图6 (b)

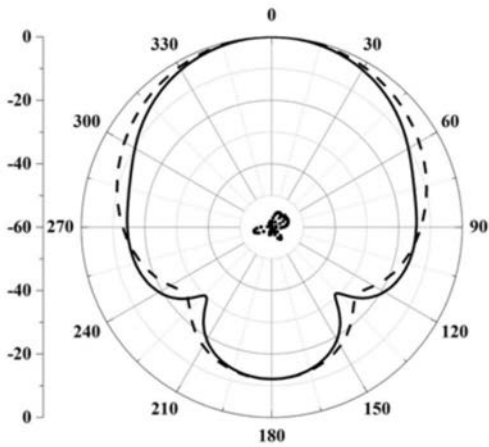


图7 (a)

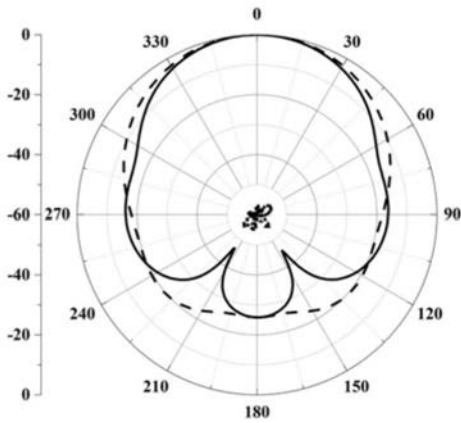


图7 (b)