(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 112242597 B
(45)授权公告日 2021.04.06

(21)申请号 202011442107.3

(22)申请日 2020.12.11

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112242597 A

(43)申请公布日 2021.01.19

(73)专利权人 成都频岢微电子有限公司
地址 611730 四川省成都市郫都区德源镇(菁蓉镇)田坝东街6号4楼401室

(72)发明人 董元旦 杨丹宇 赵孟娟 杨涛

(74)专利代理机构 成都拓荒者知识产权代理有限公司 51254
代理人 邹广春

(51)Int.Cl.
H01P 1/20(2006.01)

(56)对比文件
CN 103647122 A,2014.03.19
JP H10276005 A,1998.10.13
Dong Yun Jung 等.High-Q Circular LTCC Resonator Using Zigzagged Via Posts and a λ/4 Short Stub for Millimeter-Wave System-on-Package Applications.《IEEE Transactions on Advanced Packaging》.2009,第32卷(第1期),第216-222页.

审查员 杨梦琳

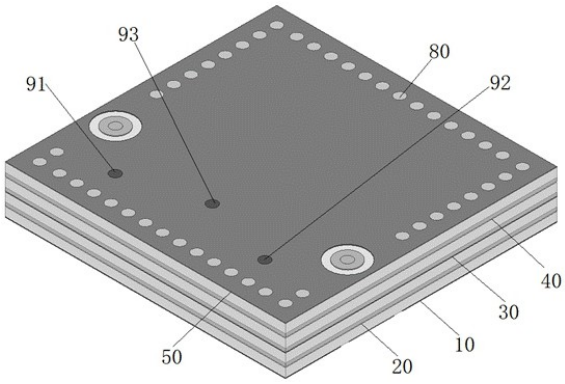
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

基于多层PCB结构的小型化高选择性宽阻带带通滤波器

(57)摘要

本发明涉及滤波器领域,具体涉及基于多层PCB结构的小型化高选择性宽阻带带通滤波器,包括五个金属板层、四个介质基板层、三个半固化片黏合层和金属屏蔽组件,第一金属板层上设置有第一馈电端口和第二馈电端口,所述第一金属板层位于最底层,第二金属板层上设置有第一谐振器和第四谐振器,第三金属板层上设置有第一方形耦合窗口和第二方形耦合窗口,第四金属板层上设置有第二谐振器和第三谐振器,第五金属板层位于最顶层,在水平方向上通过不同谐振器之间适当的位置摆放实现空间耦合或直接耦合以达到主路径耦合或交叉耦合的作用效果;在垂直方向上通过控制方形耦合窗的尺寸大小以实现不同耦合器之间能量耦合的强弱。



CN 112242597 B

1.基于多层PCB结构的小型化高选择性宽阻带带通滤波器,其特征在于:包括五个金属板层、四个介质基板层、三个半固化片黏合层和金属屏蔽组件,第一金属板层上设置有第一馈电端口和第二馈电端口,所述第一金属板层位于最底层,第二金属板层上设置有第一谐振器和第四谐振器,第三金属板层上设置有第一方形耦合窗口和第二方形耦合窗口,第四金属板层上设置有第二谐振器和第三谐振器,第五金属板层位于最顶层;所述第一谐振器上连接有第一金属导线,所述第一金属导线通过第一金属柱与所述第一馈电端口连接,所述第四谐振器上连接有第二金属导线,所述第二金属导线通过第二金属柱与所述第二馈电端口连接;所述第二谐振器和第三谐振器通过第三金属导线连接;所述第一金属导线通过第三金属柱同时与所述第一金属板层、第五金属板层连接,所述第二金属导线通过第四金属柱同时与所述第一金属板层、第五金属板层连接,所述第三金属导线通过第五金属柱同时与所述第一金属板层、第五金属板层连接;所述半固化片黏合层用于连接介质基板层和金属板层;

所述第一谐振器、第一方形耦合窗口、第二谐振器在垂直于金属板层的方向上形成对应,且第一谐振器通过第一方形耦合窗将能量垂直耦合至第二谐振器;所述第三谐振器、第二方形耦合窗口、第四谐振器在垂直于金属板层的方向上形成对应,且第三谐振器通过第二方形耦合窗将能量垂直耦合至第四谐振器;所述第一谐振器、第二谐振器、第三谐振器、第四谐振器均为四分之一波长短路阶跃阻抗谐振器。

2.根据权利要求1所述的基于多层PCB结构的小型化高选择性宽阻带带通滤波器,其特征在于:所述金属屏蔽组件包括多个均布的金属化过孔,所述金属化过孔从所述第一金属板层贯穿至第五金属板层。

3.根据权利要求1所述的基于多层PCB结构的小型化高选择性宽阻带带通滤波器,其特征在于:所述第三金属导线为弯折状。

4.根据权利要求1所述的基于多层PCB结构的小型化高选择性宽阻带带通滤波器,其特征在于:所述第一馈电端口、第二馈电端口均为共面波导式馈电端口。

基于多层PCB结构的小型化高选择性宽阻带带通滤波器

技术领域

[0001] 本发明属于滤波器领域，具体涉及基于多层PCB结构的小型化高选择性宽阻带带通滤波器。

背景技术

[0002] 滤波器作为射频电路和无线通信系统中不可或缺的重要器件，滤波器的性能决定了整个微波系统的性能与质量，带通滤波器作为滤波器的一个重要分支，是微波系统中信号选择和干扰抑制的主要组成部分，广泛用于移动通信和集成电路等方面，目前常用的带通滤波器，按照滤波器的结构大致分为集总元件带通滤波器、金属腔体带通滤波器、微带线带通滤波器、基片集成波导(SIW)带通滤波器、基于低温共烧陶瓷技术(LTCC)带通滤波器、声表面波(SAW)带通滤波器等。集总元件带通滤波器，将集总元件电容、电感分别进行主路串联、支路并联以形成传输极点和传输零点，最后级联在一起从而构建带通响应。金属腔体带通滤波器，金属构成的电壁将电磁信号束缚在封闭腔体内，电磁波在金属腔体中振荡。处于谐振频率的电磁波得以保留，其余频率的电磁波在振荡中衰减，从而构建带通响应。微带线带通滤波器，利用微带线的分布参数特性构造谐振器，通过微带线之间的位置摆放以直接耦合或者空间耦合的方式来控制耦合系数，从而构建带通响应。基片集成波导带通滤波器，利用金属化通孔取代波导左右两侧窄边的电壁，将整个结构集成于印刷电路板上，同一或不同腔体之间的TE_{no}模式相互耦合从而构建带通响应。基于低温共烧陶瓷技术(LTCC)带通滤波器，利用LTCC技术具有多层电路布局和高密度封装的特点，将分布参数电路在LTCC基板内部进行多层布局、高密度集成，从而构建带通响应。声表面波带通滤波器，利用压电基片的正、逆压电效应将电信号与声信号进行相互转换，设计合适的传递函数从而构建带通响应；随着以5G为代表的通信技术的全面推进，迫切需要6GHz以下满足N78频段(3300MHz~3800MHz)的小型化且兼具高性能的带通滤波器。

[0003] 目前常用的集总元件带通滤波器，存在难以应用于高频等缺点；金属腔体带通滤波器受限于金属结构，存在体积大、质量重、设计不灵活等缺点；微带线带通滤波器处于开放式的空间，存在辐射损耗较大、易干扰其他电路元件和受到其它元件干扰的缺点；基片集成波导带通滤波器受限于谐振原理，存在体积相对较大的缺点；低温共烧陶瓷技术带通滤波器，受限于加工工艺，存在成本昂贵等等缺点；声表面波带通滤波器存在插入损耗相对较大、难以运用于高频高功率等缺点。

发明内容

[0004] 本发明提供基于多层PCB结构的小型化高选择性宽阻带带通滤波器，以解决上述问题：包括五个金属板层、四个介质基板层、三个半固化片黏合层和金属屏蔽组件，第一金属板层上设置有第一馈电端口和第二馈电端口，所述第一金属板层位于最底层，第二金属板层上设置有第一谐振器和第四谐振器，第三金属板层上设置有第一方形耦合窗口和第二方形耦合窗口，第四金属板层上设置有第二谐振器和第三谐振器，第五金属板层位于最顶

层;所述第一谐振器上连接有第一金属导线,所述第一金属导线通过第一金属柱与所述第一馈电端口连接,所述第四谐振器上连接有第二金属导线,所述第二金属导线通过第二金属柱与所述第二馈电端口连接;所述第二谐振器和第三谐振器通过第三金属导线连接;所述第一金属导线通过第三金属柱同时与所述第一金属板层、第五金属板层连接,所述第二金属导线通过第四金属柱同时与所述第一金属板层、第五金属板层连接,所述第三金属导线通过第五金属柱同时与所述第一金属板层、第五金属板层连接;所述半固化片黏合层用于连接介质基板层和金属板层。

[0005] 优选的,所述金属屏蔽组件包括多个均布的金属化过孔,所述金属化过孔从所述第一金属板层贯穿至第五金属板层。

[0006] 优选的,所述第一谐振器、第二谐振器、第三谐振器、第四谐振器均为四分之一波长短路阶跃阻抗谐振器。

[0007] 优选的,所述第一金属导线、第二金属导线、第三金属导线均为弯折状。

[0008] 优选的,所述第一馈电端口、第二馈电端口均为共面波导式馈电端口。

[0009] 优选的,所述第一谐振器和第二谐振器分别设置于所述第二金属板层和第四金属板层相对应的位置,所述第一方形耦合窗口设置于所述第一谐振器和第二谐振器对应的位置。

[0010] 优选的,所述第三谐振器和第四谐振器分别设置于所述第四金属板层和第二金属板层相对应的位置,所述第二方形耦合窗口设置于所述第三谐振器和第四谐振器对应的位置。

[0011] 本发明具有以下有益效果:提供一种基于多层PCB结构的小型化高选择性宽阻带带通滤波器,在水平方向上通过不同谐振器之间适当的位置摆放实现空间耦合或直接耦合以达到主路径耦合或交叉耦合的作用效果;在垂直方向上通过控制方形耦合窗的尺寸大小以实现不同耦合器之间能量耦合的强弱。交叉耦合和源负载耦合的实现,在通带两侧引入了共计四个传输零点,提高了该带通滤波器的选择性并改善了带外抑制,提高了阻带性能。

附图说明

[0012] 图1为本发明实施例中滤波器的主体组成结构示意图;

[0013] 图2为本发明实施例中滤波器的整体结构示意图;

[0014] 图3为本发明实施例中滤波器的部分结构示意图;

[0015] 图4为本发明实施例中滤波器的部分结构示意图;

[0016] 图5为本发明实施例中滤波器的耦合拓扑图;

[0017] 图6为本发明实施例中滤波器的频率响应示意图。

[0018] 10-第一金属板层;11-第一馈电端口;12-第二馈电端口;20-第二金属板层;21-第一谐振器;22-第四谐振器;30-第三金属板层;31-第一方形耦合窗口;32-第二方形耦合窗口;40-第四金属板层;41-第二谐振器;42-第三谐振器;43-第三金属导线;44-第一金属导线;45-第二金属导线;50-第五金属板层;60-介质基板层;70-半固化片黏合层;80-金属化过孔;91-第三金属柱;92-第四金属柱;93-第五金属柱;94-第一金属柱;95-第二金属柱。

具体实施方式

[0019] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。若未特别指明，实施例中所用的技术手段为本领域技术人员所熟知的常规手段。

[0020] 在本发明的描述中，需要理解的是，术语“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。

[0021] 如图1-6所示，基于多层PCB结构的小型化高选择性宽阻带带通滤波器，包括五个金属板层、四个介质基板层60、三个半固化片黏合层70和金属屏蔽组件，第一金属板层10上设置有第一馈电端口11和第二馈电端口12，所述第一金属板层10位于最底层，第二金属板层20上设置有第一谐振器21和第四谐振器22，第三金属板层30上设置有第一方形耦合窗口31和第二方形耦合窗口32，第四金属板层40上设置有第二谐振器41和第三谐振器42，第五金属板层50位于最顶层；所述第一谐振器21上连接有第一金属导线44，所述第一金属导线44通过第一金属柱94与所述第一馈电端口11连接，所述第四谐振器22上连接有第二金属导线45，所述第二金属导线45通过第二金属柱95与所述第二馈电端口12连接；所述第二谐振器41和第三谐振器42通过第三金属导线43连接；所述第一金属导线44通过第三金属柱91同时与所述第一金属板层10、第五金属板层50连接，所述第二金属导线45通过第四金属柱92同时与所述第一金属板层10、第五金属板层50连接，所述第三金属导线43通过第五金属柱93同时与所述第一金属板层10、第五金属板层50连接；所述半固化片黏合层70用于连接介质基板层60和金属板层。

[0022] 滤波器由四层介质基板(substrate_layer_01、substrate_layer_02、substrate_layer_03、substrate_layer_04)，五层金属板层(copper_layer_01、copper_layer_02、copper_layer_03、copper_layer_04、copper_layer_05)，三层半固化片黏合层70(pp_layer_01、pp_layer_02、pp_layer_03)，四个四分之一波长短路阶跃阻抗谐振器(R1、R2、R3、R4)，方形耦合窗口、金属化过孔80，共面波导式馈电端口等组成。四层介质基板，它的作用是为基板上下的铜层充当支撑材料；三层半固化片黏合层70，它的作用是充当压合黏剂将四层介质基板粘合起来；最顶层(copper_layer_05)和最底层(copper_layer_01)金属板层，优选的金属板层为金属铜层，它的作用是作为滤波器的地板，并和四周的金属化过孔80连接起来形成金属屏蔽腔体，减少辐射损耗的同时提高器件的电磁兼容能力；内部的三层金属板层(copper_layer_02、copper_layer_03、copper_layer_04)，它的作用是放置谐振器和方形耦合窗口；四个四分之一波长短路阶跃阻抗谐振器，为缩小尺寸，进行了弯折，它的作用是利用阻抗不均匀性将谐振器的一次谐波与基波的距离扩大，从而实现滤波器宽阻带的特性；方形耦合窗口，它的作用是通过控制耦合窗的尺寸来控制垂直方向上第一谐振器21与第二谐振器41、第三谐振器42与第四谐振器22之间能量耦合的强弱；共面波导式馈电端口，它的作用是作为能量的输入输出端口，便于将带通滤波器集成于微波电路中。

[0023] 基于多层PCB结构的小型化高选择性宽阻带带通滤波器提出了一种新的小型化、低损耗的带通滤波器实现方式，即利用多层PCB压合技术充分利用垂直方向空间，实现小型

化设计;同时构造金属屏蔽腔体,减少辐射损耗的同时提高带通滤波器的电磁兼容能力。位于最底层(copper_layer_01)的第一馈电端口11即共面波导式馈电端口将能量馈入滤波器,能量沿金属化过孔80传递到位于第二层金属板层(copper_layer_02)的第一谐振器21。所有谐振器均为四分之一波长短路阶跃阻抗谐振器,根据传输线的等效RLC电路,调整微带线的尺寸,实现等效LC的值的改变,即可实现滤波器谐振频率的改变,同时改变谐振器阶跃阻抗比则可调节谐振器的一次谐波与基波的距离。第一谐振器21通过位于第三层金属板层(copper_layer_03)的第一方形耦合窗口31将能量垂直耦合至位于第四层金属板层的(copper_layer_04)的第二谐振器41。方形耦合窗的尺寸用来控制空间能量耦合的强弱。位于第四层金属板层(copper_layer_04)的第二谐振器41与第三谐振器42通过直接耦合(磁耦合)进行能量的传输。第三谐振器42再次通过第三层金属板层上(copper_layer_03)的第二方形耦合窗口32将能量垂直耦合至第二层金属铜层(copper_layer_02)上的第四谐振器22,并最终通过金属化过孔80将能量由位于最底层金属铜层(copper_layer_01)的第二馈电端口12即共面波导式输出端口馈出,从而实现四阶切比雪夫带通滤波器设计。位于第二层金属板层(copper_layer_02)的第一谐振器21与第四谐振器22也通过空间耦合引入弱交叉耦合,使得通带的两侧各产生一传输零点。同时,源负载耦合(source-load coupling)也再次在通带两侧各引入一传输零点。传输零点的引入提高了带通滤波器的选择性,也改善了带外抑制,提高了带外抑制度。

[0024] 该带通滤波器使用的介质基板材料为0.254mm厚的Rogers5580;半固化片黏合层70为0.1mm厚的Ro4450F,相对介电常数为3.52,电介质损耗角正切为0.004;金属铜层的厚度为0.018mm。带通滤波器设计频段为N78频段(3300MHz~3800MHz),中心频率为3.565GHz,-3dB带宽为3.3GHz~3.83GHz,相对带宽为14.9%,带内最小插入损耗为-1.866dB, 矩形系数为0.57,上阻带20dB带外抑制达至5.105f_0。整个滤波器的尺寸为8.16mm×7.91mm×1.406mm(0.144λ×0.139λ×0.025λ);仿真输出的结果为3290MHz~3820MHz,几乎完全重合于N78频段。

[0025] 采用了多层PCB压合技术,在单层PCB基板上构造微带结构之后,将多层PCB在垂直方向上进行压合,充分利用垂直方向上的空间,从而实现滤波器小型化设计。相对于常规的微带线滤波器,缩短了水平方向上的空间,可更好用于小型微波电路设计。相对于LTCC滤波器,无需受限于高相对介电常数介质和加工工艺,降低了加工难度并节约了制作成本。可以直接应用于集成电路中,由馈电端口直接进行焊接即可,该滤波器在现代通信系统中具有良好的应用前景。

[0026] 将最顶层金属板层(copper_layer_05)、最底层金属板层(copper_layer_01)与四周的金属化过孔80连接起来构造金属屏蔽腔体。金属屏蔽腔体的构造减小了辐射损耗的同时提高了该带通滤波器的电磁兼容能力。

[0027] 该滤波器中,采用四分之一波长短路阶跃阻抗谐振器。利用其阻抗不均匀性将谐振器的一次谐波与基波的距离扩大,从而实现滤波器宽阻带的特性。同时对其进行弯折,进一步减小尺寸,有利于小型化的实现。

[0028] 图5是各谐振器之间的耦合拓扑图,第一谐振器21与第四谐振器22是电场耦合,第一谐振器21与第二谐振器41是电场耦合,第三谐振器42与第四谐振器22是电场耦合,第二谐振器41与第三谐振器42是磁耦合,第一馈电端口11与第一谐振器21、第二馈电端口12均

为磁耦合，第四谐振器22与第二馈电端口为磁耦合，其中垂直方向上即通过方形耦合窗口实现的耦合较强，在水平方向即同层之间较弱。

[0029] 图6是滤波器1-10GHz的响应图，图中通带位于3290MHz到3320MHz之间，其中存在四个传输零点，可明显看出其带外抑制效果极好。

[0030] 采用方形耦合窗口实现不同谐振器之间的耦合。控制方形耦合窗口的尺寸即可控制谐振器之间能量耦合的强弱，无需通过调节谐振器的位置来改变耦合量，使得滤波器的结构更加紧凑。

[0031] 采用共面波导式馈电端口，输入输出端口与最底层金属板层(copper_layer_01)位于同一平面的特性，使得滤波器更易集成于微波电路当中。

[0032] 在第一谐振器、第四谐振器之间引入了交叉耦合，并实现了源负载(source-load coupling)，在通带两侧引入了共计四个传输零点。提高了带通滤波器的选择性，同时改善了带外抑制，提高了带外抑制度。

[0033] 综上所述，该带通滤波器，拥有小的尺寸、低损耗、高选择性、宽阻带、易于集成微波电路等特性，有利于在小尺寸高性能要求的场景应用。多层PCB压合技术的运用，有利于降低成本，适合大规模生产和应用。

[0034] 以上的实施例仅是对本发明的优选方式进行描述，并非对本发明的范围进行限定，在不脱离本发明设计精神的前提下，本领域普通技术人员对本发明的技术方案做出的各种变形、变型、修改、替换，均应落入本发明权利要求书确定的保护范围内。

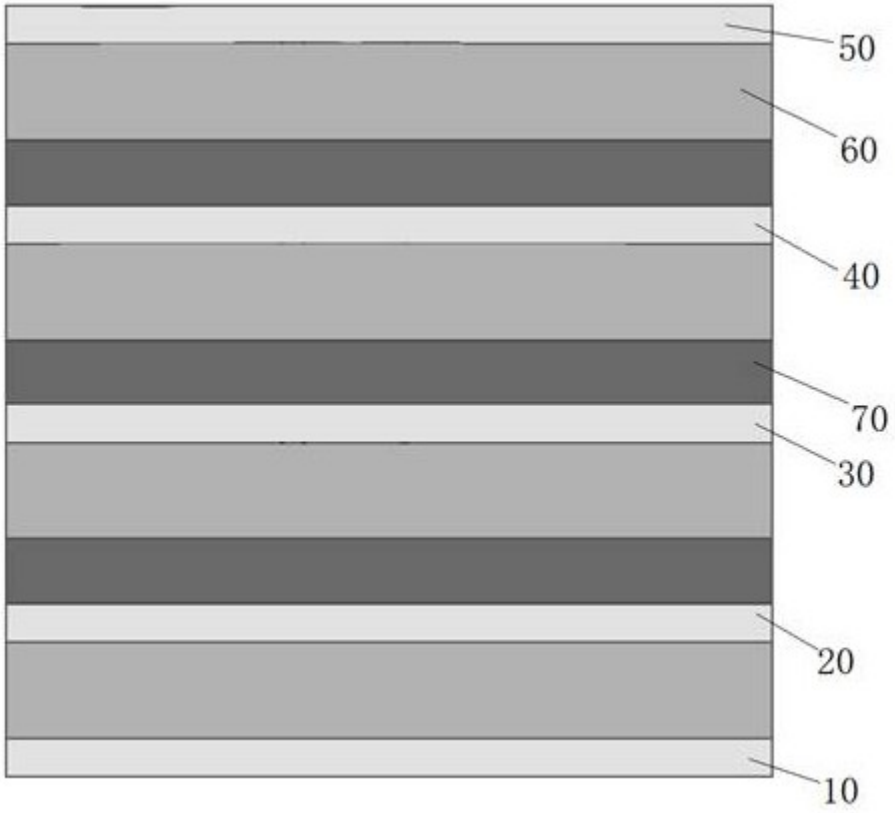


图1

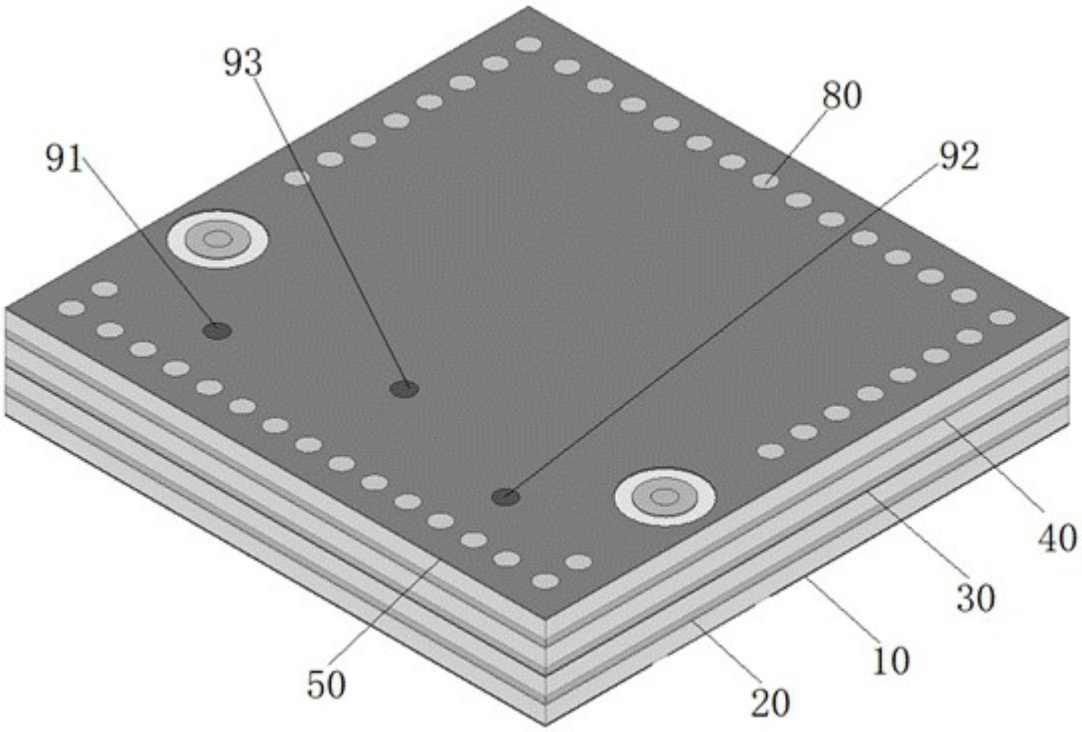


图2

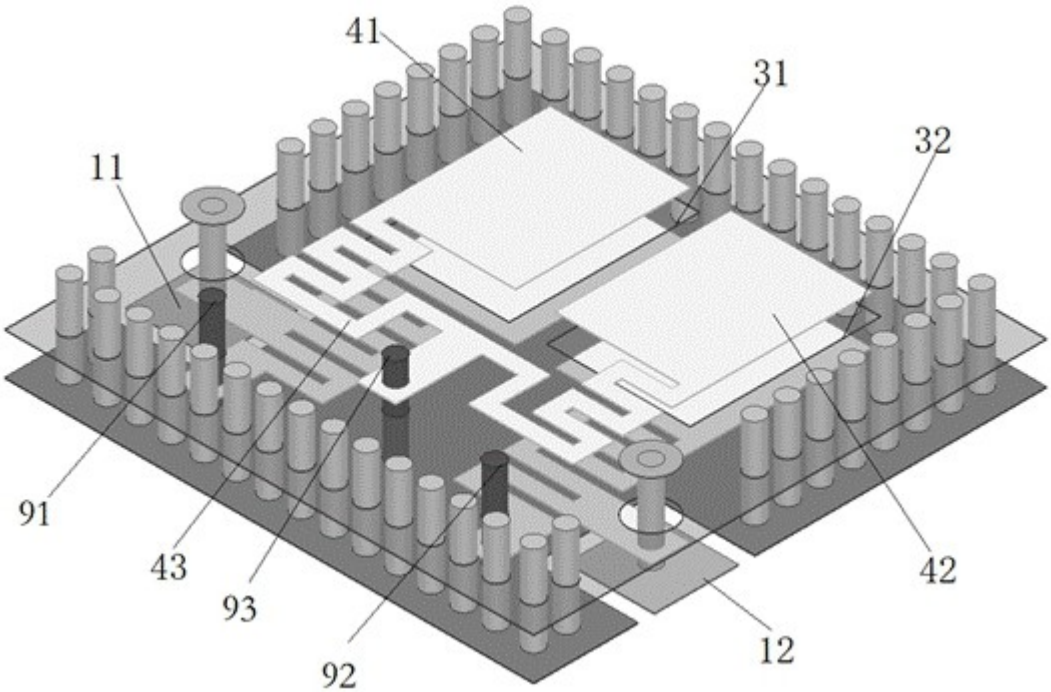


图3

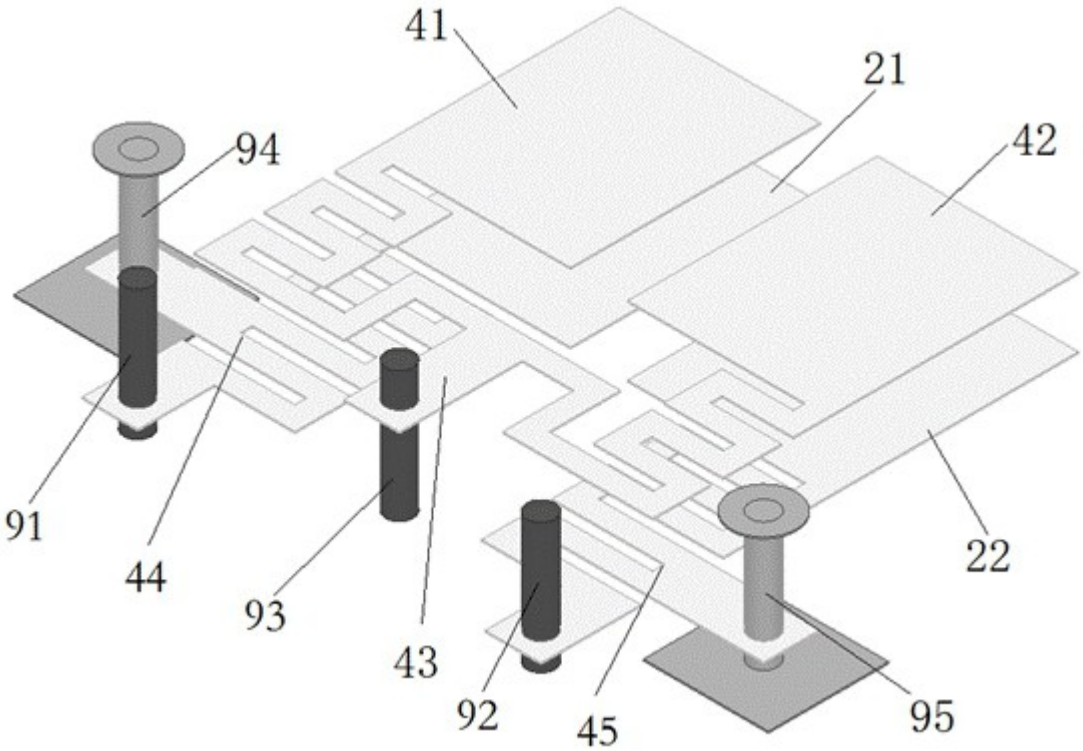


图4

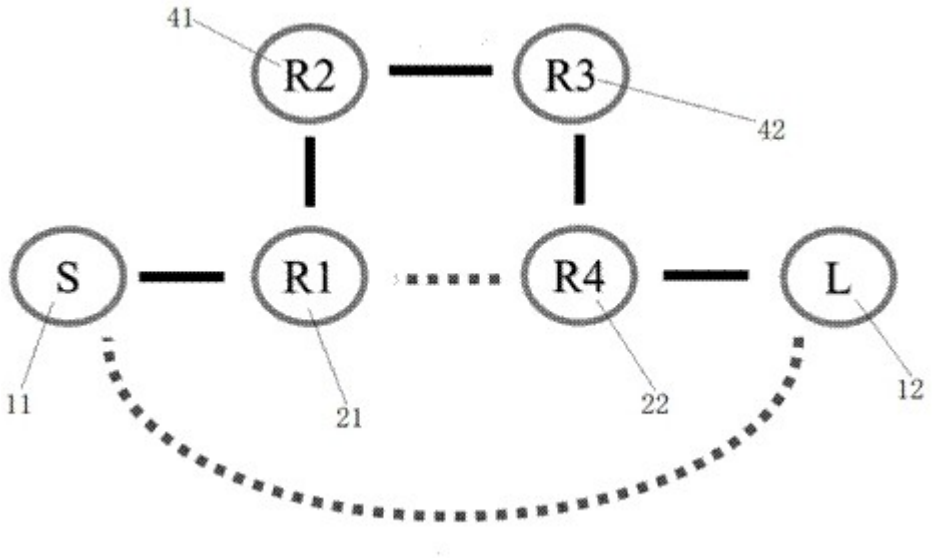

41
R2
R3
42
S
R1
R4
L
11
21
22
12

图5

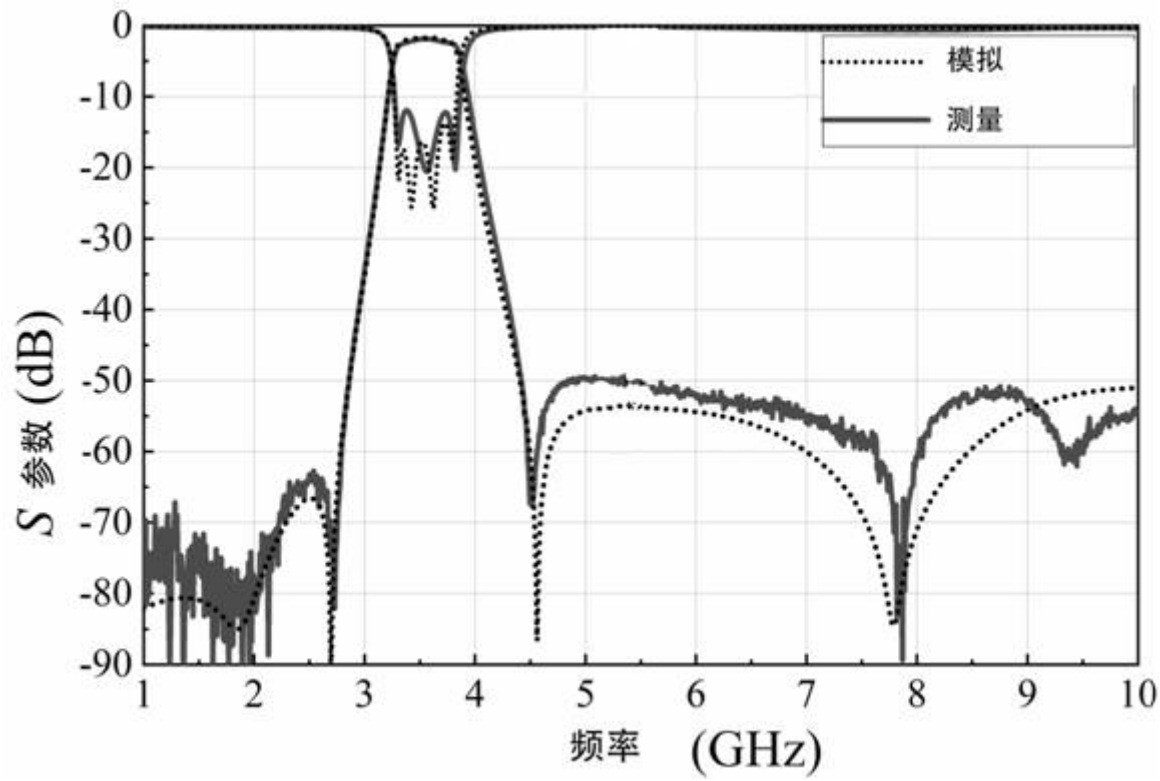

模拟
测量
S 参数 (dB)
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
-70
-80
-90
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
频率 (GHz)

图6