



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110994108 B

(45) 授权公告日 2021.08.06

(21) 申请号 201911392271.5

(56) 对比文件

(22) 申请日 2019.12.30

CN 110190372 A, 2019.08.30

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 罗秋

申请公布号 CN 110994108 A

(43) 申请公布日 2020.04.10

(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 陈海东 李虹萍 薛泉 车文荃

(74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限公司 44102

代理人 何淑珍 陈伟斌

(51) Int. Cl.

H01P 5/16 (2006.01)

H01P 11/00 (2006.01)

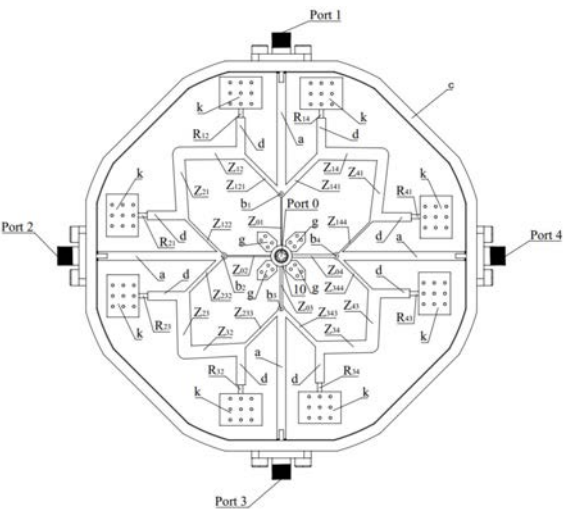
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

一种四路任意功分比Gysel型功分器/合路器

(57) 摘要

本发明公开了一种四路任意功分比Gysel型功分器/合路器,包括顶层电路板、中间金属层、底层电路板、金属针、金属化过孔和介质柱;顶层电路板包括上层微带结构、第一介质基板和第一接地金属,底层电路板包括下层微带结构、第二介质基板和第二接地金属;所述上层微带结构附着在第一介质基板上表面,第一接地金属附着在第一介质基板下表面;所述下层微带结构附着在第二介质基板下表面,第二接地金属附着在第二介质基板上表面;所述上层微带结构和下层微带结构通过金属针相连,介质柱置于中间金属层中用以隔开金属针和中间金属层。本发明克服了现有功分器只有等功率分配比、等端口负载的缺陷。



1. 一种四路任意功分比Gysel型功分器/合路器,其特征在于,包括顶层电路板、中间金属层(3)、底层电路板、金属针(b_n)、金属化过孔和介质柱;

顶层电路板包括上层微带结构(5)、第一介质基板(1)和第一接地金属(6),底层电路板包括下层微带结构(4)、第二介质基板(2)和第二接地金属(7);

所述上层微带结构(5)附着在第一介质基板(1)上表面,第一接地金属(6)附着在第一介质基板(1)下表面;所述下层微带结构(4)附着在第二介质基板(2)下表面,第二接地金属(7)附着在第二介质基板(2)上表面;所述上层微带结构(5)和下层微带结构(4)通过金属针(b_n , $n=1,2,3,4$)相连,介质柱置于中间金属层(3)中用以隔开金属针(b_n)和中间金属层(3);第一接地金属(6)和第二接地金属(7)在金属针(b_n)四周挖孔,确保第一接地金属(6)、第二接地金属(7)分别与金属针(b_n)不接触;

所述上层微带结构(5)包括负载阻值为 R_{x0} 的端口Port 0,四个负载阻值为 R_{xn} 的端口Port n和四根特性阻抗为 Z_{0n} 的第一级传输线, $n=(1,2,3,4)$ 以及四个隔离网络(P_{12} 、 P_{14} 、 P_{23} 、 P_{34});所述下层微带结构(4)包括两个隔离网络(P_{13} 、 P_{24});隔离网络 P_{12} 连接在端口Port 1和Port 2之间,隔离网络 P_{14} 连接在端口Port 1和Port 4之间,隔离网络 P_{23} 连接在端口Port 2和Port 3之间,隔离网络 P_{34} 连接在端口Port 3和Port 4之间,隔离网络 P_{13} 连接在端口Port 1和Port 3之间,隔离网络 P_{24} 连接在端口Port 2和Port 4之间;

所述每个隔离网络主要由两根特性阻抗分别为 Z_{mnm} 和 Z_{nmn} 第一分支传输线、两根特性阻抗分别为 Z_{mn} 和 Z_{nm} 第二分支传输线,以及两个阻值分别为 R_{mn} 和 R_{nm} 的接地电阻组成,其中 $m=(1,2,3,4)$, $n=(1,2,3,4)$,且 $m<n$;

上层微带结构(5)中,每个隔离网络端口的功率分配关系 $K_1^2: K_2^2: K_3^2: K_4^2 = P_1: P_2: P_3: P_4$,其中 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 分别为端口Port 1、Port 2、Port 3、Port 4的输出或输入功率大小;传输线的特性阻抗值计算方式为:

$$Z_{0m} = \sqrt{\frac{(K_1^2 + K_2^2 + K_3^2 + K_4^2)R_{x0}R_{xm}}{K_m^2}}$$

$$Z_{mnm} = \sqrt{\frac{(K_1^2 + K_2^2 + K_3^2 + K_4^2)R_{xm}}{K_n^2} \cdot \frac{R_{mn}R_{nm}Z_{mn}^2}{R_{mn}Z_{nm}^2 + R_{nm}Z_{mn}^2}}$$

$$Z_{nmn} = \sqrt{\frac{(K_1^2 + K_2^2 + K_3^2 + K_4^2)R_{xn}}{K_m^2} \cdot \frac{R_{mn}R_{nm}Z_{nm}^2}{R_{mn}Z_{nm}^2 + R_{nm}Z_{mn}^2}}$$

$m=(1,2,3,4)$, $n=(1,2,3,4)$,且 $m<n$ 。

2. 根据权利要求1所述的四路任意功分比Gysel型功分器/合路器,其特征在于,所述第一级传输线、每个隔离网络的第一分支传输线和第二分支传输线均为工作频率下波长的四分之一。

3. 根据权利要求2所述的四路任意功分比Gysel型功分器/合路器,其特征在于,所述的上层微带结构(5)中端口Port 0在上层微带结构(5)中心,四根第一级传输线(Z_{01} 、 Z_{02} 、 Z_{03} 、 Z_{04})与端口Port 0连接,由结构中心向四周呈放射状排布;每根第一级传输线(Z_{01} 、 Z_{02} 、 Z_{03} 、 Z_{04})的另一端通过一段特性阻抗为 R_{zn} 的连接端口传输线(a)与端口Port n连接, $n=(1,2,$

3,4),这四个端口Port n均匀分布于第一介质板基板的边缘;每根第一级传输线(Z_{01} 、 Z_{02} 、 Z_{03} 、 Z_{04})的另一端同时还连接着相邻端口间的隔离网络中的第一分支传输线,第一分支传输线的另一端和第二分支传输线相连接,同时第一分支传输线通过连接电阻传输线(d)与接地电阻相连,接地电阻另一端与第一接地板(k)连接,介质板上设有第二接地板(g),第二接地板(g)上有金属化过孔,金属化过孔穿过介质板通到中间金属层(3);第二分支传输线的另一端与相邻端口的第二分支传输线的另一端连接在一起。

4.根据权利要求1所述的四路任意功分比Gysel型功分器/合路器,其特征在于,下层微带结构(4)包括端口Port 1和端口Port 3之间的隔离网络以及端口Port 2和端口Port 4之间的隔离网络;端口Port 1和端口Port 3之间的隔离网络中的第一分支传输线(Z_{131} 、 Z_{133})一端分别通过金属针(b_1 、 b_3)穿过第二介质板(2)、第二接地金属(7)、中间金属层(3)、第一接地金属(6)和第一介质板(1)与顶层电路板中上层微带结构(5)中的第一级传输线(Z_{01} 、 Z_{03})一端相连,另一端分别与隔离网络中的第二分支传输线(Z_{13} 、 Z_{31})相连接,同时另一端也通过连接电阻传输线(d)分别与接地电阻(R_{13} 、 R_{31})相连接,接地电阻(R_{13} 、 R_{31})的另一端连接到第一接地板(k)上;两根第二分支传输线(Z_{13} 、 Z_{31})之间断开了一端距离,避免与另一个隔离网中的第二分支传输线相交,这中间通过一个桥式结构连接,桥式结构在重合处如桥般拱起,将端口Port 1和端口Port 3之间隔离网络中的两根第二分支传输线两端连接在一起。

5.根据权利要求4所述的四路任意功分比Gysel型功分器/合路器,其特征在于,端口Port 2和端口Port 4之间的隔离网络中的第一分支传输线(Z_{242} 、 Z_{244})一端分别通过金属针(b_2 、 b_4)穿过第二介质板(2)、第二接地金属(7)、中间金属层(3)、第一接地金属(6)和第一介质板(1)与顶层电路板中上层微带结构(5)中的第一级传输线(Z_{02} 、 Z_{04})一端相连,另一端分别与隔离网络中的第二分支传输线(Z_{24} 、 Z_{42})相连接,同时另一端也通过连接电阻传输线(d)分别与接地电阻(R_{24} 、 R_{42})相连接,接地电阻(R_{24} 、 R_{42})的另一端连接到第一接地板(k)上,两根第二分支传输线(Z_{24} 、 Z_{42})的另一端连接在一起。

6.根据权利要求5所述的四路任意功分比Gysel型功分器/合路器,其特征在于,顶层电路板、中间金属层(3)和底层电路板依次放置在金属框架(c)内,输入端口Port 0通过连接线连接于上层微带结构(5)四条第一级传输线 Z_{0n} 的一端,连接线通过连接器(10)固定在顶层电路板上,连接器(10)通过连接柱(91、92、93、94)穿过第一介质板(1)插入到中间金属层(3)中进行固定;输出端口Port n转接头通过金属框架(c)侧壁连接于端口传输线(a)的一端, $n=(1,2,3,4)$ 。

一种四路任意功分比Gysel型功分器/合路器

技术领域

[0001] 本发明涉及电子器件技术领域,具体涉及一种四路任意功分比Gysel型功分器/合路器。

背景技术

[0002] 功分器是一种将一路输入信号能量分成两路或多路输出相等或不相等能量的器件,或将多路信号能量合成一路输出,此时称为合路器。功分器被广泛应用于天线馈电系统、相控阵列雷达系统等。Wilkinson型功分器是最典型的功分器之一,但是其使用的隔离电阻与地板之间的分布电容效应限制了它在高功率场合的应用,Gysel型功分器的优势在于功率容量大,可用于高功率场合。

[0003] 目前常见的Gysel型功分器多为两路输出,对于多路输出的Gysel型功分器,大都是功率平均分配,实现多路等分,结构上也大多采用一分二功分器级联形成。国内外关于四路及以上的可以实现任意功率分配比的Gysel功分器的研究还比较少,已公开的专利CN 204809372U提出了一种三等分Gysel型功分器/合路器,该一分三路Gysel型功分器只能实现功率平均分配,且尚未给出该结构Gysel型功分器的设计公式。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种四路任意功分比Gysel型功分器/合路器。

[0005] 本发明至少通过如下技术方案之一实现。

[0006] 一种四路任意功分比Gysel型功分器/合路器,包括顶层电路板、中间金属层、底层电路板、金属针、金属化过孔和介质柱;

[0007] 顶层电路板包括上层微带结构、第一介质基板和第一接地金属,底层电路板包括下层微带结构、第二介质基板和第二接地金属;

[0008] 所述上层微带结构附着在第一介质基板上表面,第一接地金属附着在第一介质基板下表面;所述下层微带结构附着在第二介质基板下表面,第二接地金属附着在第二介质基板上表面;所述上层微带结构和下层微带结构通过金属针相连,介质柱置于中间金属层中用以隔开金属针和中间金属层;第一接地金属和第二接地金属在金属针四周挖孔,确保第一接地金属、第二接地金属分别与金属针不接触。

[0009] 进一步的,所述上层微带结构包括负载阻值为 R_{x0} 的端口Port 0,四个负载阻值为 R_{xn} 的端口Port n,和四根特性阻抗为 Z_{0n} 的第一级传输线, $n=(1,2,3,4)$ 以及四个隔离网络;所述下层微带结构包括两个隔离网络。

[0010] 进一步的,所述每个隔离网络主要由两根特性阻抗分别为 Z_{mm} 和 Z_{nn} 第一分支传输线、两根特性阻抗分别为 Z_{mn} 和 Z_{nm} 第二分支传输线,以及两个阻值分别为 R_{mn} 和 R_{nm} 的接地电阻组成,其中, $m=(1,2,3,4)$, $n=(1,2,3,4)$,且 $m<n$,所述第一级传输线、每个隔离网络的第二分支传输线和第三分支传输线均为工作频率下波长的四分之一。

[0011] 所述的上层微带结构中端口Port 0在上层微带结构中心所述端口Port 0在上层

微带结构中心,四根第一级传输线与端口Port 0连接,由结构中心向四周呈放射状排布;每根第一级传输线的另一端通过一段特性阻抗为 R_{zn} 的连接端口传输线与端口Port n连接, $n = (1, 2, 3, 4)$,这四个端口Port n均匀分布于第一介质板基板的边缘;每根第一级传输线的另一端同时还连接着相邻端口的间隔离网络中的第一分支传输线,第一分支传输线的另一端和第二分支传输线相连接,同时第一分支传输线通过连接电阻传输线与接地电阻相连,接地电阻另一端与第一接地板连接,介质板上设有第二接地板,第二接地板上有金属化过孔,金属化过孔穿过介质板通到中间金属层;第二分支传输线的另一端与相邻端口的第二分支传输线的另一端连接在一起。

[0012] 进一步的,下层微带结构包括端口Port 1和端口Port 3之间的隔离网络以及端口Port 2和端口Port 4之间的隔离网络;端口Port 1和端口Port 3之间的隔离网络中的第一分支传输线一端分别通过金属针穿过第二介质板、第二接地金属、中间金属层、第一接地金属和第一介质板与顶层电路板中上层微带结构中的第一级传输线一端相连,另一端分别与隔离网络中的第二分支传输线相连接,同时另一端也通过连接电阻传输线分别与接地电阻相连接,接地电阻的另一端连接到第一接地板上;两根第二分支传输线之间断开了一端距离,避免与另一个隔离网中的第二分支传输线相交,这中间通过一个桥式结构连接,桥式结构在重合处如桥般拱起,将端口Port 1和端口Port 3之间隔离网络中的两根第二分支传输线两端连接在一起。

[0013] 进一步的,端口Port 2和端口Port 4之间的隔离网络中的第一分支传输线一端分别通过金属针穿过第二介质板、第二接地金属、中间金属层、第一接地金属和第一介质板与顶层电路板中上层微带结构中的第一级传输线一端相连,另一端分别与隔离网络中的第二分支传输线相连接,同时另一端也通过连接电阻传输线分别与接地电阻相连接,接地电阻的另一端连接到第一接地板上。两根第二分支传输线的另一端连接在一起。

[0014] 进一步的,顶层电路板、中间金属层和底层电路板依次放置在金属框架内,端口Port 0通过连接线连接于上层微带结构四条第一级传输线 Z_{0n} 的一端,连接线通过连接器固定在顶层电路板上,连接器通过连接柱穿过第一介质板插入到中间金属层中进行固定;端口Port n转接头通过金属框架侧壁连接于端口传输线的一端。

[0015] 与现有技术相比,本发明的有益效果为:

[0016] (1) 本发明能够实现任意功分比、任意端口阻抗的功率分配与合成,为设计四路Gysel型功分器提供了简单又有效的设计方法,克服了传统的四路Gysel功分器只有等功率分配比、等端口负载的缺陷,可以使四路不等分的Gysel型功分器每个端口都有良好的匹配,每个输出端口有良好的隔离;(2) 本发明使四路功分器结构传输线的特性阻抗动态可调范围大;(3) 本发明所涉及的四路任意功分比的Gysel型功分器可以承受高功率,适合微波的高功率分配合成应用。

附图说明

[0017] 图1是本实施例四路任意功分比Gysel型功分器的结构拓补图;

[0018] 图2是本实施例四路任意功分比Gysel型功分器电路结构的从左往右剖面示意图;

[0019] 图3是本实施例四路任意功分比Gysel型功分器电路结构的从前往后剖面示意图;

[0020] 图4是本实施例四路任意功分比Gysel型功分器的电路结构俯视图;

- [0021] 图5是本实施例四路任意功分比Gysel型功分器的电路结构仰视图；
- [0022] 图6是本实施例四路不等分Gysel型功分器的端口反射系数幅值的仿真及测试结果图；
- [0023] 图7是本实施例四路不等分Gysel型功分器的端口传输系数幅值的仿真及测试结果图；
- [0024] 图8是本实施例四路不等分Gysel型功分器的端口隔离系数幅值的仿真及测试结果图。

具体实施方式

[0025] 下面结合附图对本发明作进一步详细描述。

[0026] 如图2和图3所示,一种四路任意功分比Gysel型功分器/合路器包括顶层电路板、中间金属层3、底层电路板、金属针、金属化过孔和介质柱(81、82、83、84);顶层电路板、中间金属层3和底层电路板均放置在金属框架内,

[0027] 顶层电路板包括上层微带结构5、第一介质基板1和第一接地金属6,底层电路板包括下层微带结构4、第二介质基板2和第二接地金属7;

[0028] 图4所示,所述上层微带结构5附着在第一介质基板1上表面,第一接地金属6附着在第一介质基板1下表面;所述下层微带结构4附着在第二介质基板2下表面,第二接地金属7附着在第二介质基板2上表面;所述上层微带结构5和下层微带结构4通过金属针(b_1 、 b_2 、 b_3 、 b_4)相连,介质柱(81、82、83、84)置于中间金属层3中,用以隔开金属针(b_1 、 b_2 、 b_3 、 b_4)和中间金属层3;第一接地金属6和第二接地金属7在金属针四周挖孔,将第一接地金属6、第二接地金属7。

[0029] 所述上层微带结构5包括负载阻值为 R_{x0} 的端口Port 0,四个负载阻值为 R_{xn} 的端口Port n和四根特性阻抗为 Z_{0n} 的第一级传输线, $n=1,2,3,4$,以及四个隔离网络(P_{12} 、 P_{14} 、 P_{23} 、 P_{34});所述下层微带结构4包括两个隔离网络(P_{13} 、 P_{24})。

[0030] 所述每个隔离网络主要由两根特性阻抗分别为 Z_{mnm} 和 Z_{mnn} 第一分支传输线、两根特性阻抗分别为 Z_{mn} 和 Z_{nn} 第二分支传输线,以及两个阻值分别为 R_{mn} 和 R_{nn} 的接地电阻组成其中, $m=(1,2,3,4)$, $n=(1,2,3,4)$,且 $m<n$,所述第一级传输线、每个隔离网络的第二分支传输线和第三分支传输线均为工作频率下波长的四分之一。

[0031] 所述的上层微带结构5中端口Port 0在上层微带结构5中心,四根第一级传输线(Z_{01} 、 Z_{02} 、 Z_{03} 、 Z_{04})与端口Port 0连接,由结构中心向四周呈放射状排布;每根第一级传输线(Z_{01} 、 Z_{02} 、 Z_{03} 、 Z_{04})的另一端通过一段特性阻抗为 R_{zn} 的连接端口传输线a与端口Port n连接, $n=(1,2,3,4)$,这四个端口Port n均匀分布于第一介质板基板1的边缘;每根第一级传输线(Z_{01} 、 Z_{02} 、 Z_{03} 、 Z_{04})的另一端同时还连接着相邻端口间隔离网络中的第一分支传输线,第一分支传输线的另一端和第二分支传输线相连接,同时第一分支传输线通过连接电阻传输线d与接地电阻相连,接地电阻另一端与第一接地板k连接,介质板上设有第二接地板g,第二接地板g上有金属化过孔,金属化过孔穿过介质板通到中间金属层3;第二分支传输线的另一端与相邻端口的第二分支传输线的另一端连接在一起。

[0032] 顶层电路板、中间金属层3和底层电路板均放置在金属框架内,端口Port 0通过连接线连接于上层微带结构5四条第一级传输线 Z_{0n} 的一端,连接线通过连接器10固定在顶层

电路板上,连接器10通过连接(91、92、93、94)穿过第一介质板1插入到中间金属层3中进行固定;输出端口Port n转接头通过金属框架c侧壁连接于端口传输线e的一端, $n=1,2,3,4$ 。

[0033] 图5所示,下层微带结构4包括端口Port 1和端口Port 3之间的隔离网络以及端口Port 2和端口Port 4之间的隔离网络。端口Port 1和端口Port 3之间的隔离网络中的第一分支线(Z_{131} 、 Z_{133})一端分别通过金属针(b_1 、 b_3)穿过第二介质板2、第二接地金属7、中间金属层3、第一接地金属6和第一介质板1与顶层电路板中上层微带结构5中的第一级传输线(Z_{01} 、 Z_{03})一端相连,另一端分别与隔离网络中的第二分支传输线(Z_{13} 、 Z_{31})相连接,同时另一端也通过连接电阻传输线d分别与接地电阻(R_{13} 、 R_{31})相连接,接地电阻(R_{13} 、 R_{31})的另一端分别连接到两块第一接地板k上;两根第二分支传输线(Z_{13} 、 Z_{31})之间断开了一端距离,避免与端口Port 2和端口Port 4间的隔离网络的第二分支传输线(Z_{24} 、 Z_{42})相交,这中间通过一个桥式结构连接,桥式结构在重合处如桥般拱起,将端口Port 1和端口Port 3之间隔离网络中的两根第二分支传输线两端连接在一起。

[0034] 端口Port 2和端口Port 4间的隔离网络中的第一分传输支线(Z_{242} 、 Z_{244})一端分别通过金属针(b_2 、 b_4),穿过第二介质板2、第二接地金属7、中间金属层3、第一接地金属6和第一介质板1与顶层电路板中上层微带结构5中的第一级传输线(Z_{02} 、 Z_{04})一端相连,另一端分别与隔离网络中的第二分支传输线(Z_{24} 、 Z_{42})相连接,同时该端也通过连接电阻传输线d分别与接地电阻(R_{24} 、 R_{42})相连接,接地电阻(R_{24} 、 R_{42})的另一端连接分别连接到两块第一接地板k上。两根第二分支传输线(Z_{24} 、 Z_{42})的另一端连接在一起。

[0035] 端口Port 0的负载阻值 R_{x0} 和四个端口Port n的负载阻值 R_{xn} 可取任意值, $n=(1,2,3)$ 。各第二分支传输线的特性阻抗可取相同或不同的任意值,各接地电阻的阻值可取相同或不同的任意值。各第一级传输线的特性阻抗由功分器的功分比和各端口负载阻值确定,该功分比可取任意比值;各第一分支传输线的特性阻抗由功分器的功分比、各端口负载阻值、第二分支传输线的特性阻抗和接地电阻的阻值共同确定;各连接端口传输线和各连接电阻传输线的特性阻抗一般采用50欧姆。

[0036] 四路任意功分比Gysel型功分器/合路器的具体执行步骤为:

[0037] 步骤1、确定功分器的工作频率 f (按需确定)、以及每路端口的功率分配关系(功分比) $k_1^2:k_2^2:k_3^2:k_4^2=P_1:P_2:P_3:P_4$,其中 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 分别为端口Port 1、Port 2、Port 3、Port 4的输出或输入功率大小;本实施例中采用中心频率 $f=3.5\text{GHz}$;

[0038] 步骤2、确定端口Port 0所接负载的电阻 R_{x0} 、分口Port n所接负载的电阻 R_{xn} , $n=(1,2,3)$;

[0039] 步骤3、确定十二根第二分支传输线的特性阻抗 Z_{12} 、 Z_{21} 、 Z_{13} 、 Z_{31} 、 Z_{14} 、 Z_{41} 、 Z_{23} 、 Z_{32} 、 Z_{24} 、 Z_{34} 、 Z_{34} 、 Z_{43} ,和十二个接地电阻的阻值 R_{12} 、 R_{21} 、 R_{13} 、 R_{31} 、 R_{14} 、 R_{41} 、 R_{23} 、 R_{32} 、 R_{24} 、 R_{42} 、 R_{34} 、 R_{43} 。

[0040] 步骤4、根据以上所确定的条件,计算功分器四根第一级传输线的特性阻抗值以及十二根第一分支传输线的特性阻抗值:

$$[0041] \quad Z_{0m} = \sqrt{\frac{(K_1^2 + K_2^2 + K_3^2 + K_4^2)R_{x0}R_{xm}}{K_m^2}}$$

$$[0042] \quad Z_{mm} = \sqrt{\frac{(K_1^2 + K_2^2 + K_3^2 + K_4^2)R_{xm}}{K_n^2} \cdot \frac{R_{mn}R_{nm}Z_{mn}^2}{R_{mn}Z_{nm}^2 + R_{nm}Z_{mn}^2}}$$

$$[0043] \quad Z_{mm} = \sqrt{\frac{(K_1^2 + K_2^2 + K_3^2 + K_4^2)R_{xn}}{K_m^2}} \cdot \frac{R_{mn}R_{nm}Z_{nm}^2}{R_{mn}Z_{nm}^2 + R_{nm}Z_{mn}^2}$$

[0044] $m = (1, 2, 3, 4)$, $n = (1, 2, 3, 4)$, 且 $m < n$ 。

[0045] 步骤5、根据计算出的传输线阻抗值和所用板材特性综合出传输线线宽线长。

[0046] 如图1所示,本发明提供的四路任意功分比Gysel型功分器/合路器的电路板可直接印制在高频PCB印制板上。本发明的传输线线长及线宽等根据功分器的工作频率和PCB板材的不同而不同。

[0047] 本实施例为四路不等分Gysel型功分器,所用工作频点为 $f = 3.5\text{GHz}$ 、输入端口Port

[0048] 0和输出端口Port n的负载阻抗均为 50Ω , $n = 1, 2, 3$ 。Port1、Port2、Port3的功率分配比为 $k_1^2:k_2^2:k_3^2 = 1:2:3$,高频PCB板材是Rogers 5880,介电常数2.2.厚度0.787mm。

[0049] 具体执行步骤为:

[0050] 步骤a、确定功分器的工作频率 $f = 3.5\text{GHz}$,以及各端口的功率分配关系:

[0051] $k_1^2:k_2^2:k_3^2:k_4^2 = 2:3:4:5$;

[0052] 步骤b、确定输入端口Port0所接负载的电阻值 $R_{x0} = 50\Omega$,确定输出端口Port n所接负载的电阻值 $R_{xn} = 50\Omega$, $n = 1, 2, 3, 4$;

[0053] 步骤b、确定十二根第二分支传输线的特性阻抗: $Z_{12} = 35\Omega$, $Z_{21} = 35\Omega$, $Z_{13} = 35\Omega$, $Z_{31} = 35\Omega$, $Z_{14} = 35\Omega$, $Z_{41} = 35\Omega$, $Z_{23} = 35\Omega$, $Z_{32} = 35\Omega$, $Z_{24} = 35\Omega$, $Z_{42} = 35\Omega$, $Z_{34} = 35\Omega$, $Z_{43} = 35\Omega$;确定十二个接地电阻的阻值: $R_{12} = 50\Omega$, $R_{21} = 50\Omega$, $R_{13} = 50\Omega$, $R_{31} = 50\Omega$, $R_{14} = 50\Omega$, $R_{41} = 50\Omega$, $R_{23} = 50\Omega$, $R_{32} = 50\Omega$, $R_{24} = 50\Omega$, $R_{42} = 50\Omega$, $R_{34} = 50\Omega$, $R_{43} = 50\Omega$;

[0054] 步骤c、计算第一路至第四路的第一级传输线的特征阻抗 Z_{0n} ,其值为:

$$[0055] \quad Z_{01} = \sqrt{\frac{(K_1^2 + K_2^2 + K_3^2 + K_4^2)R_{x0}R_{x1}}{K_1^2}} = 132.29\Omega$$

$$[0056] \quad Z_{02} = \sqrt{\frac{(K_1^2 + K_2^2 + K_3^2 + K_4^2)R_{x0}R_{x2}}{K_2^2}} = 108.01\Omega$$

$$[0057] \quad Z_{03} = \sqrt{\frac{(K_1^2 + K_2^2 + K_3^2 + K_4^2)R_{x0}R_{x3}}{K_3^2}} = 93.54\Omega$$

$$[0058] \quad Z_{04} = \sqrt{\frac{(K_1^2 + K_2^2 + K_3^2 + K_4^2)R_{x0}R_{x4}}{K_4^2}} = 83.67\Omega$$

[0059] 步骤d、计算第一路与第二路之间隔离网络 P_{12} 中的第一分支传输线的特性阻抗 Z_{121} 和第一分支传输线的特性阻抗 Z_{122} ,其值为:

$$[0060] \quad Z_{121} = \sqrt{\frac{(K_1^2 + K_2^2 + K_3^2 + K_4^2)R_{x1}}{K_2^2}} \cdot \frac{R_{12}R_{21}Z_{12}^2}{R_{12}Z_{21}^2 + R_{21}Z_{12}^2} = 76.38\Omega$$

$$[0061] \quad Z_{122} = \sqrt{\frac{(K_1^2 + K_2^2 + K_3^2 + K_4^2)R_{x2}}{K_1^2}} \cdot \frac{R_{12}R_{21}Z_{21}^2}{R_{12}Z_{21}^2 + R_{21}Z_{12}^2} = 93.54\Omega$$

[0062] 计算第一路与第三路之间隔离网络 P_{13} 中的第一分支传输线的特性阻抗 Z_{131} 和第一分支传输线的特性阻抗 Z_{133} ,其值为:

$$[0063] \quad Z_{131} = \sqrt{\frac{(K_1^2 + K_2^2 + K_3^2 + K_4^2)R_{x1}}{K_3^2}} \cdot \frac{R_{13}R_{31}Z_{13}^2}{R_{13}Z_{31}^2 + R_{31}Z_{13}^2} = 66.14\Omega$$

$$[0064] \quad Z_{133} = \sqrt{\frac{(K_1^2 + K_2^2 + K_3^2 + K_4^2)R_{x3}}{K_1^2}} \cdot \frac{R_{13}R_{31}Z_{31}^2}{R_{13}Z_{31}^2 + R_{31}Z_{13}^2} = 93.54\Omega$$

[0065] 计算第一路与第四路之间隔离网络 P_{14} 中的第一分支传输线的特性阻抗 Z_{141} 和第一分支传输线的特性阻抗 Z_{144} ,其值为:

$$[0066] \quad Z_{141} = \sqrt{\frac{(K_1^2 + K_2^2 + K_3^2 + K_4^2)R_{x1}}{K_4^2}} \cdot \frac{R_{14}R_{41}Z_{14}^2}{R_{14}Z_{41}^2 + R_{41}Z_{14}^2} = 59.16\Omega$$

$$[0067] \quad Z_{144} = \sqrt{\frac{(K_1^2 + K_2^2 + K_3^2 + K_4^2)R_{x4}}{K_1^2}} \cdot \frac{R_{14}R_{41}Z_{41}^2}{R_{14}Z_{41}^2 + R_{41}Z_{14}^2} = 93.54\Omega$$

[0068] 计算第二路与第三路之间隔离网络 P_{23} 中的第一分支传输线的特性阻抗 Z_{232} 和第一分支传输线的特性阻抗 Z_{233} ,其值为:

$$[0069] \quad Z_{232} = \sqrt{\frac{(K_1^2 + K_2^2 + K_3^2 + K_4^2)R_{x2}}{K_3^2}} \cdot \frac{R_{23}R_{32}Z_{23}^2}{R_{23}Z_{32}^2 + R_{32}Z_{23}^2} = 66.14\Omega$$

$$[0070] \quad Z_{233} = \sqrt{\frac{(K_1^2 + K_2^2 + K_3^2 + K_4^2)R_{x3}}{K_2^2}} \cdot \frac{R_{23}R_{32}Z_{32}^2}{R_{23}Z_{32}^2 + R_{32}Z_{23}^2} = 76.38\Omega$$

[0071] 计算第二路与第四路之间隔离网络 P_{24} 中的第一分支传输线的特性阻抗 Z_{242} 和第一分支传输线的特性阻抗 Z_{244} ,其值为:

$$[0072] \quad Z_{242} = \sqrt{\frac{(K_1^2 + K_2^2 + K_3^2 + K_4^2)R_{x2}}{K_4^2}} \cdot \frac{R_{24}R_{42}Z_{24}^2}{R_{24}Z_{42}^2 + R_{42}Z_{24}^2} = 59.16\Omega$$

$$[0073] \quad Z_{244} = \sqrt{\frac{(K_1^2 + K_2^2 + K_3^2 + K_4^2)R_{x4}}{K_2^2}} \cdot \frac{R_{24}R_{42}Z_{42}^2}{R_{24}Z_{42}^2 + R_{42}Z_{24}^2} = 76.38\Omega$$

[0074] 计算第三路与第四路之间隔离网络 P_{34} 中的第一分支传输线的特性阻抗 Z_{343} 和第一分支传输线的特性阻抗 Z_{344} ,其值为:

$$[0075] \quad Z_{343} = \sqrt{\frac{(K_1^2 + K_2^2 + K_3^2 + K_4^2)R_{x3}}{K_4^2}} \cdot \frac{R_{34}R_{43}Z_{34}^2}{R_{34}Z_{43}^2 + R_{43}Z_{34}^2} = 59.16\Omega$$

$$[0076] \quad Z_{344} = \sqrt{\frac{(K_1^2 + K_2^2 + K_3^2 + K_4^2)R_{x4}}{K_3^2}} \cdot \frac{R_{34}R_{43}Z_{43}^2}{R_{34}Z_{43}^2 + R_{43}Z_{34}^2} = 66.14\Omega$$

[0077] 步骤e、根据计算出的传输线阻抗值和所用的板材特性综合出实际传输线线宽线长。

[0078] 如图6所示,Port n的反射系数为 $S(0,0) \sim S(4,4)$,仿真结果用 $S-S(n,n)$ 表示,测

试结果用 $M-S(n,n)$ 表示,从图中可以看出,在3.3-3.7GHz范围内,一个输入端口、四个输出端口的反射系数均小于-16dB,有良好的端口匹配性。

[0079] 如图7所示,端口的传输系数为 $S(0,n)$, $n=1,2,3$,仿真结果用 $S-S(0,n)$ 表示,测试结果用 $M-S(0,n)$ 表示,从图中可以看出,在3.3-3.7GHz范围内,四个输出端口的功率分配比大致为2:2.92:4.1:4.9,近似于设计要求2:3:4:5,有良好的功率分配特性。

[0080] 如图8所示,输出端口Port n 的隔离系数为 $S(m,n)$, $m=1,2,3$; $n=1,2,3$,且 $m < n$,仿真结果用 $S-S(m,n)$ 表示,测试结果用 $M-S(m,n)$ 表示,从图中可以看出,在Port n ,在2-5GHz范围内,四个输出端口之间的隔离系数均小于-15dB,有良好的端口隔离性。

[0081] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

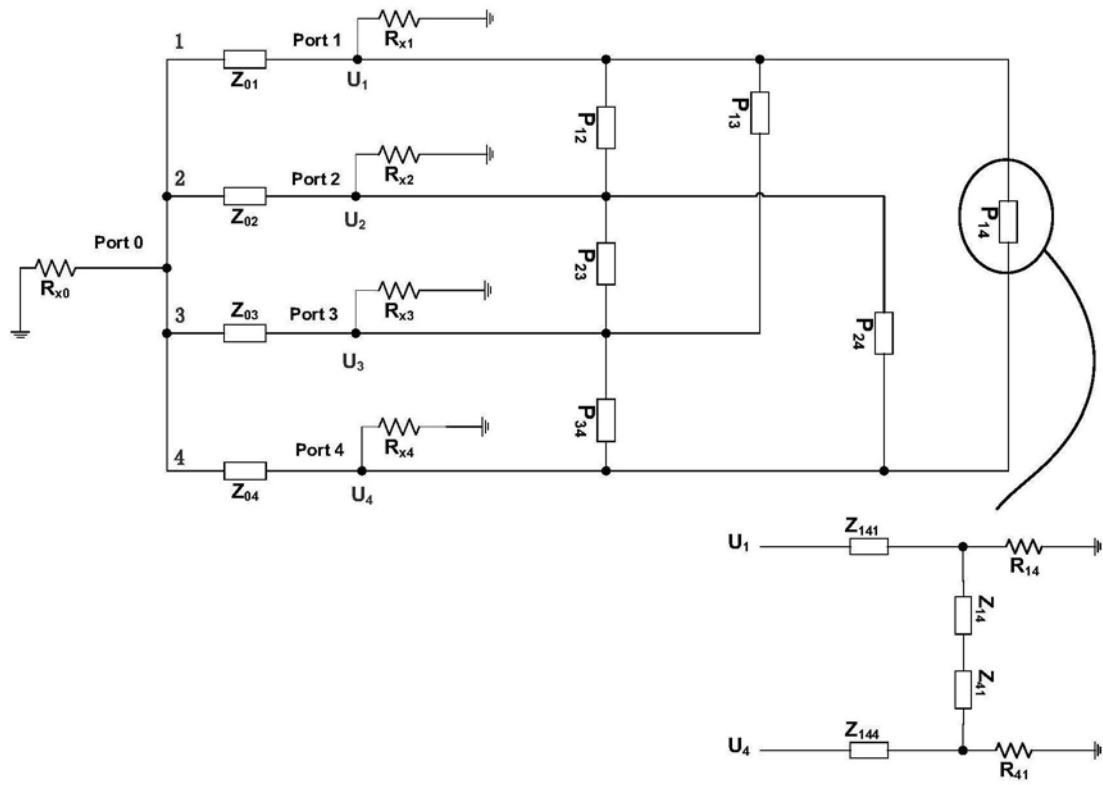


图1

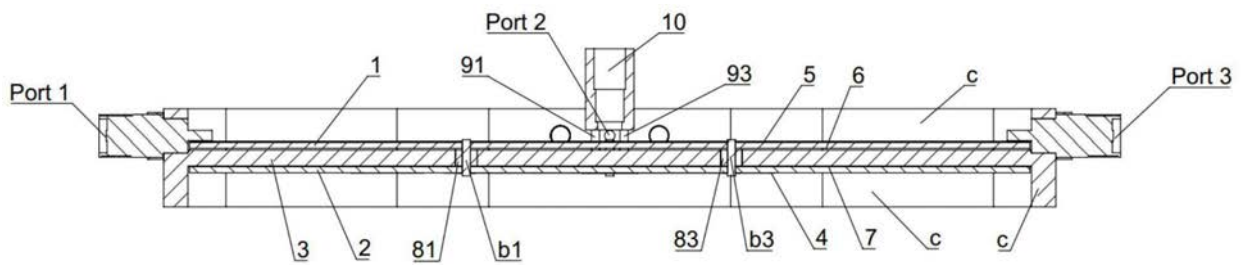


图2

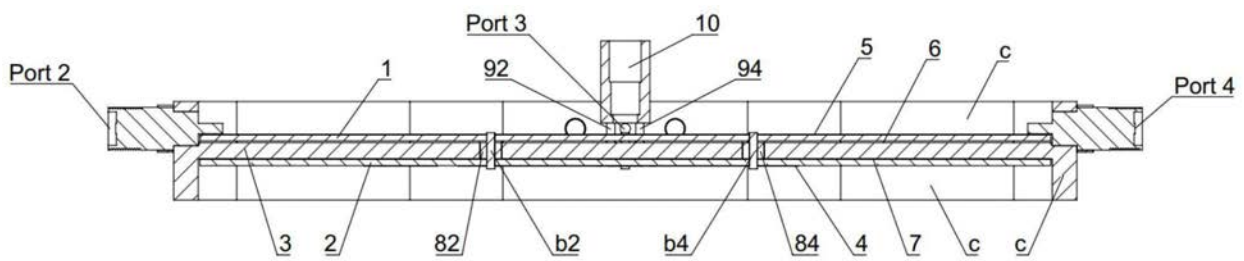


图3

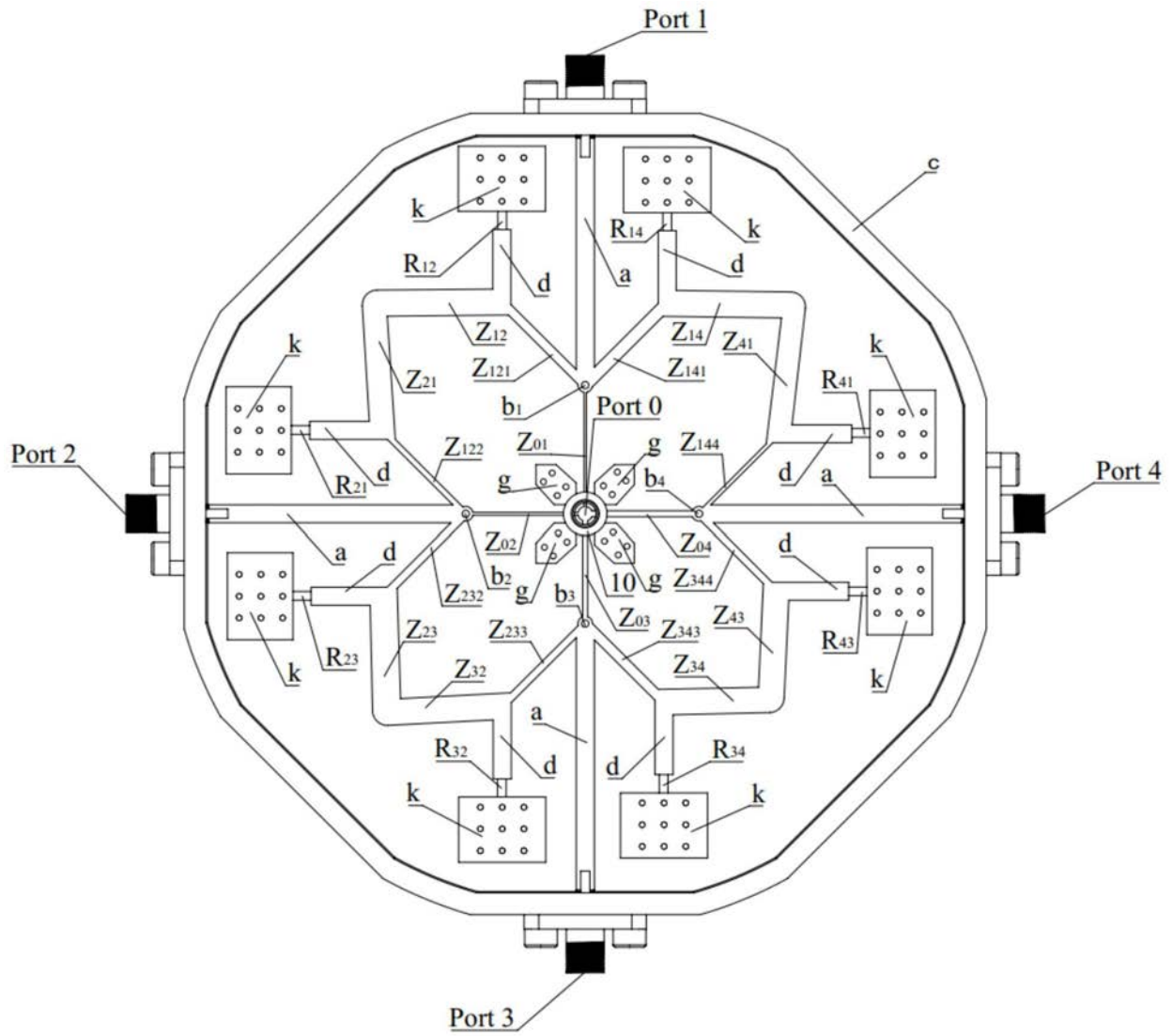


图4

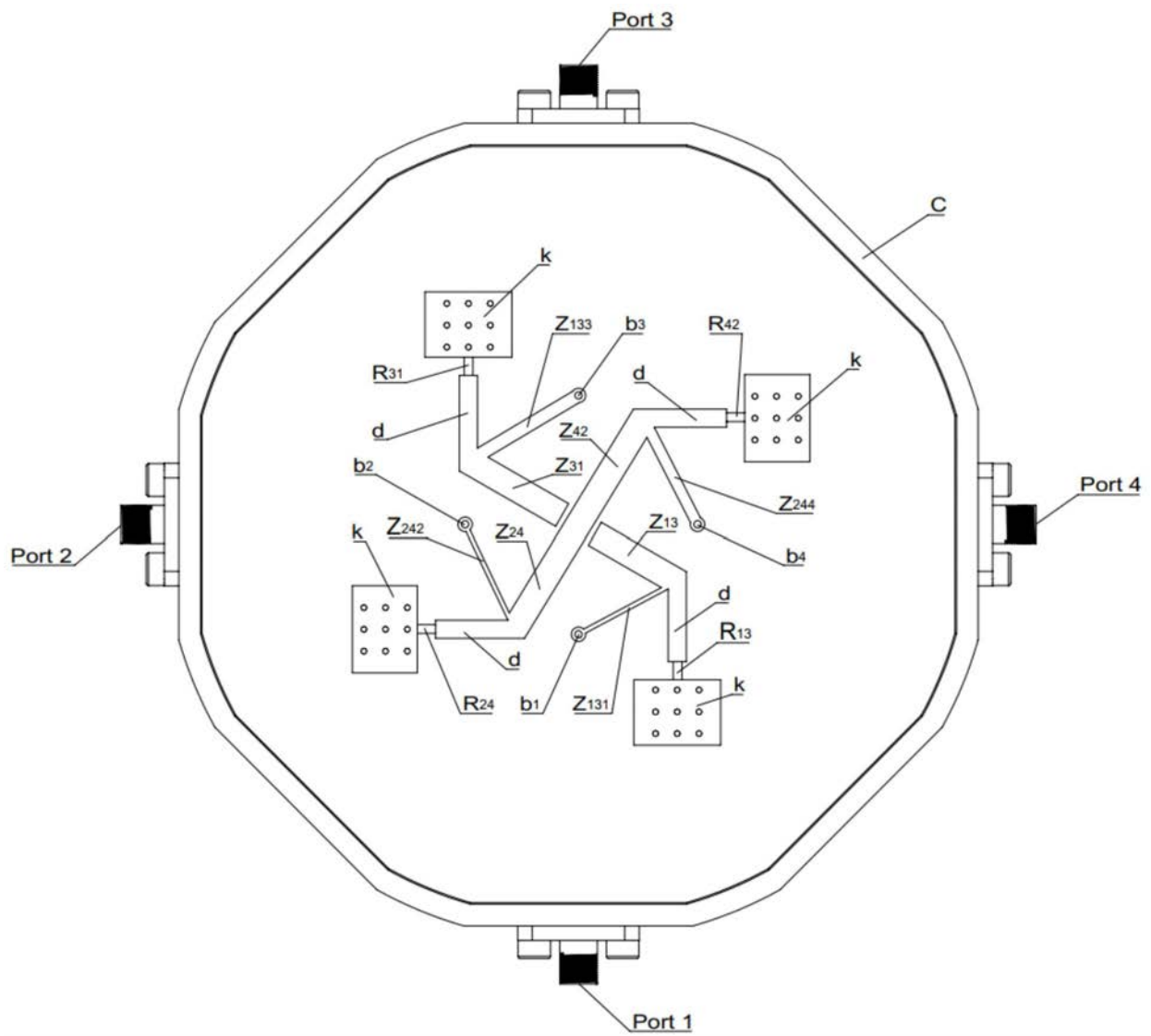


图5

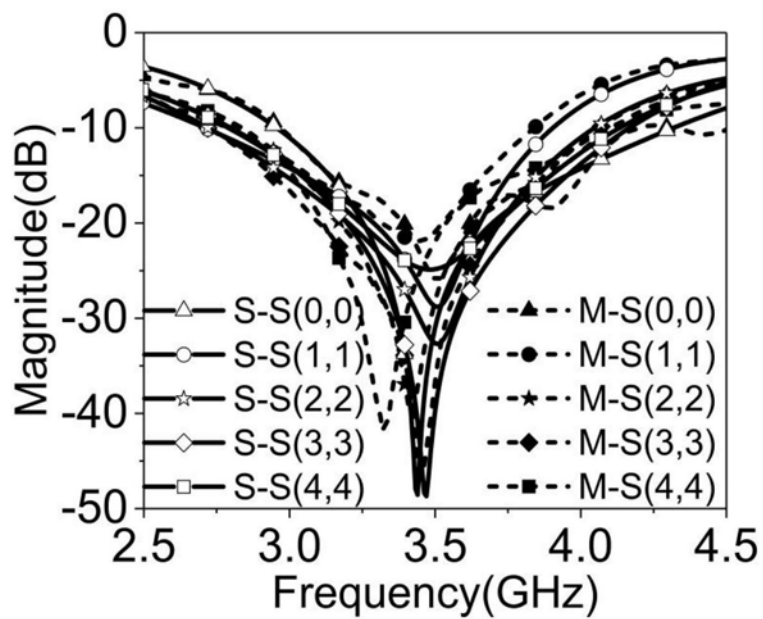


图6

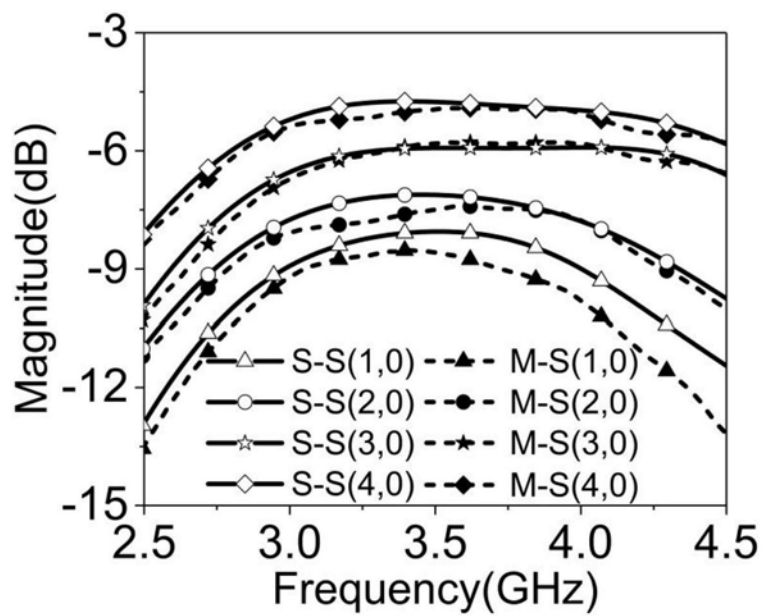


图7

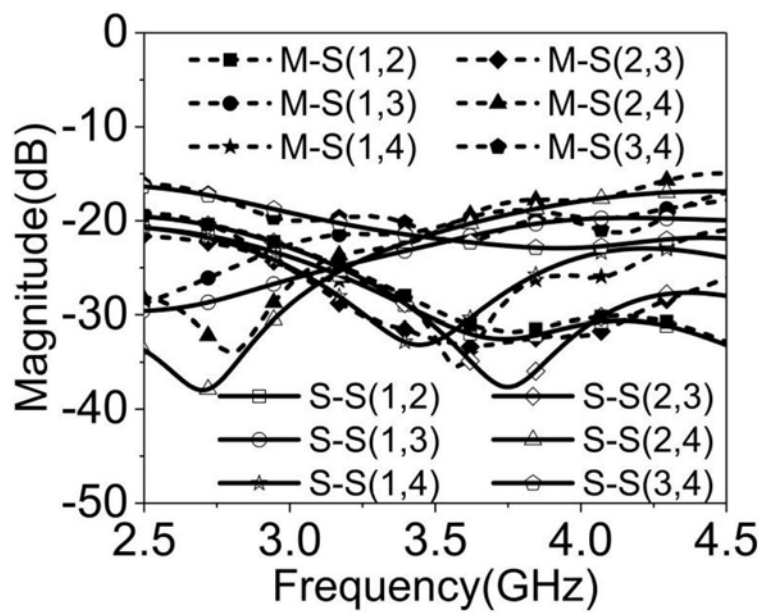


图8