



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114709606 A

(43) 申请公布日 2022. 07. 05

(21) 申请号 202210294692.X

H01Q 1/52 (2006.01)

(22) 申请日 2022.03.24

H01Q 5/35 (2015.01)

H01Q 21/00 (2006.01)

(71) 申请人 安徽大学

地址 230601 安徽省合肥市经济技术开发区
九龙路111号

(72) 发明人 任爱娣 张展浩 于浩然 杨利霞
潘雪莉

(74) 专利代理机构 合肥国和专利代理事务所
(普通合伙) 34131

专利代理师 张祥骞

(51) Int. Cl.

H01Q 1/38 (2006.01)

H01Q 1/50 (2006.01)

H01Q 1/48 (2006.01)

H01Q 5/20 (2015.01)

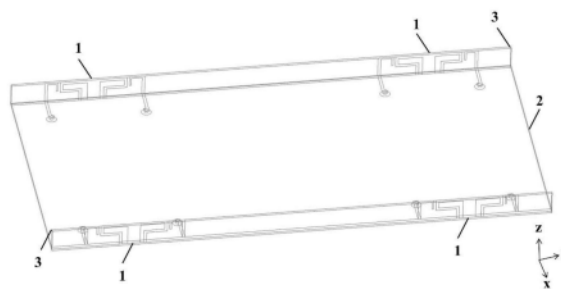
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

一种自解耦5G超宽带MIMO天线对

(57) 摘要

本发明涉及一种自解耦5G超宽带MIMO天线对,包括主介质基板、侧面介质基板、金属地和多个天线单元;所述金属地位于主介质基板的下方,且紧贴着主介质基板布置,侧面介质基板设置在主介质基板的两侧,多个天线单元对称布置在侧面介质基板的内侧板面上;所述天线单元由两个馈电单元和一个共用辐射单元组成。本发明中的天线单元内部通过两侧的馈电单元对共用辐射单元进行耦合馈电,在共用辐射单元多点接地的情况下,借助地板电流,形成多个谐振频点,可有效覆盖第五代移动通信中划分的N77、N78、N79和5G WLAN频段,以及未来可能使用的5.9至7.1GHz频段,拓宽了天线单元的带宽。



1. 一种自解耦5G超宽带MIMO天线对,其特征在于:包括主介质基板(2)、侧面介质基板(3)、金属地(4)和多个天线单元(1);所述金属地(4)位于主介质基板(2)的下方,且紧贴着主介质基板(2)布置,侧面介质基板(3)设置在主介质基板(2)的两侧,多个天线单元(1)对称布置在侧面介质基板(3)的内侧板面上;所述天线单元(1)由两个馈电单元和一个共用辐射单元(7)组成。

2. 根据权利要求1所述的自解耦5G超宽带MIMO天线对,其特征在于:所述两个馈电单元为第一馈电单元(5)和第二馈电单元(6),第一馈电单元(5)和第二馈电单元(6)的结构相同,分别位于共用辐射单元(7)的两侧,第一馈电单元(5)和第二馈电单元(6)对共用辐射单元(7)进行耦合馈电;所述第一馈电单元(5)和第二馈电单元(6)均呈倒U形,所述共用辐射单元(7)为两个中间镂空的倒L形枝节拼接形成。

3. 根据权利要求1所述的自解耦5G超宽带MIMO天线对,其特征在于:所述第一馈电单元(5)、第二馈电单元(6)均与主介质基板(2)上的馈电线相连,所述第一馈电单元(5)包括第一竖直分支(8)、第二竖直分支(9)和第一水平分支(10);所述第一水平分支(10)位于侧面介质基板(3)的顶端,第一水平分支(10)的一端与第一竖直分支(8)的上端连接,第一水平分支(10)的另一端与第二竖直分支(9)上端连接,所述第一竖直分支(8)的下端与主介质基板(2)上的馈电线连接,所述第二竖直分支(9)的下端悬空,第二竖直分支(9)与主介质基板(2)之间有间距;所述第二馈电单元(6)包括第三竖直分支(11)、第四竖直分支(12)和第二水平分支(13);所述第二水平分支(13)位于侧面介质基板(3)的顶端,第二水平分支(13)的一端与第三竖直分支(11)的上端连接,第二水平分支(13)的另一端与第四竖直分支(12)上端连接,所述第三竖直分支(11)的下端与主介质基板(2)上的馈电线连接,所述第四竖直分支(12)的下端悬空,第四竖直分支(12)与主介质基板(2)之间有间距。

4. 根据权利要求1所述的自解耦5G超宽带MIMO天线对,其特征在于:所述共用辐射单元(7)包括第一竖直辐射分支(14)、第二竖直辐射分支(15)、第三竖直辐射分支(16)、第四竖直辐射分支(17)、第五竖直辐射分支(18)、第一水平辐射分支(19)、第二水平辐射分支(20)和第三水平辐射分支(21);所述第一水平辐射分支(19)位于侧面介质基板(3)的顶端,第一水平辐射分支(19)的两端与两侧的馈电单元之间有间隙;所述第一竖直辐射分支(14)的上端连接第一水平辐射分支(19)的中心位置,第一竖直辐射分支(14)的下端接金属地(4);所述第二竖直辐射分支(15)的上端与第一水平辐射分支(19)的右端连接,第二竖直辐射分支(15)的下端与第二水平辐射分支(20)的右端连接;第二水平辐射分支(20)的左端与第三竖直辐射分支(16)的上端连接,第三竖直辐射分支(16)的下端接金属地(4);所述第四竖直辐射分支(17)的上端与第一水平辐射分支(19)的左端连接,第四竖直辐射分支(17)的下端与第三水平辐射分支(21)的左端连接,第三水平辐射分支(21)的右端与第五竖直辐射分支(18)的上端连接,所述第五竖直辐射分支(18)的下端接金属地(4)。

5. 根据权利要求1所述的自解耦5G超宽带MIMO天线对,其特征在于:所述天线单元(1)的个数为2个以上的偶数。

6. 根据权利要求1所述的自解耦5G超宽带MIMO天线对,其特征在于:所述主介质基板(2)和侧面介质基板(3)均采用FR4材料,所述金属地(4)和天线单元(1)均由铜制成。

一种自解耦5G超宽带MIMO天线对

技术领域

[0001] 本发明涉及无线通信技术领域,尤其是一种自解耦5G超宽带MIMO天线对。

背景技术

[0002] 近几年来,随着无线通信技术的飞速发展和对高传输速率需求的不断提高,第五代(5G)移动通信逐渐进入我们的视野。为了满足这些需求,需要在5G无线通信系统中应用多输入多输出(MIMO)技术,因为大规模的MIMO系统可以提供较高的信道容量。传统的 2×2 MIMO天线系统不能承受如此高的数据吞吐量,因此 8×8 MIMO甚至 10×10 MIMO天线系统是移动终端天线系统发展的必然趋势。

[0003] 全球各地区的5G频谱也已基本完成,许多地区确定并部署了5G频谱。不过目前5G频谱的划分主要是在N77(3.3-4.2GHz)、N78(3.3-3.8GHz)、N79(4.4-5GHz)和LTE band 46(5.15-5.925GHz)的sub-6GHz频段。然而,为了实现多波段5G NR-U的未来前景,需要支持更多可能的未授权波段。最近,联邦通信委员会(FCC)和欧洲邮电联合会(CEPT)已经开始调查在5.9-7.1GHz(美国考虑5.9-7.1GHz,欧盟则为5.9-6.4GHz)范围内部署国际移动通信(IMT)服务的可能性,这种情况意味着5G sub-6GHz将在不久的将来演变为5G sub-7GHz,甚至是sub-8GHz。所以说,如何设计能够覆盖上述多频段的MIMO天线结构,且能满足对移动终端天线系统的各种要求,是目前5G天线系统所面临的主要困难之一。

[0004] 目前,针对这种8端口MIMO天线对系统来说,能够覆盖3.4-3.6GHz频段是比较常见的,这些天线对往往在尺寸上更具紧凑和隔离度上性能更好,但是仅仅能够覆盖单一频段的MIMO系统是不适用于各个地区所划分的5G频段的,因此对多频段和宽带的MIMO天线对的设计是必要的。现存性能比较好的宽带MIMO天线对可覆盖3.3-5.0GHz,但是其工作频段仍需进一步拓宽,所以说设计一款超宽带8单元MIMO天线对迫在眉睫。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种能够有效覆盖第五代移动通信中划分的N77、N78、N79和5G WLAN频段,以及未来可能使用的5.9-7.1GHz频段,并且满足MIMO天线的各种性能是自解耦5G超宽带MIMO天线对。

[0006] 为实现上述目的,本发明采用了以下技术方案:一种自解耦5G超宽带MIMO天线对,其特征在于:包括主介质基板、侧面介质基板、金属地和多个天线单元;所述金属地位于主介质基板的下方,且紧贴着主介质基板布置,侧面介质基板设置在主介质基板的两侧,多个天线单元对称布置在侧面介质基板的内侧板面上;所述天线单元由两个馈电单元和一个共用辐射单元组成。

[0007] 所述两个馈电单元为第一馈电单元和第二馈电单元,第一馈电单元和第二馈电单元的结构相同,分别位于共用辐射单元的两侧,第一馈电单元和第二馈电单元对共用辐射单元进行耦合馈电;所述第一馈电单元和第二馈电单元均呈倒U形,所述共用辐射单元为两个中间镂空的倒L形枝节拼接形成。

[0008] 所述第一馈电单元、第二馈电单元均与主介质基板上的馈电线相连,所述第一馈电单元包括第一竖直分支、第二竖直分支和第一水平分支;所述第一水平分支位于侧面介质基板的顶端,第一水平分支的一端与第一竖直分支的上端连接,第一水平分支的另一端与第二竖直分支上端连接,所述第一竖直分支的下端与主介质基板上的馈电线连接,所述第二竖直分支的下端悬空,第二竖直分支与主介质基板之间有间距;所述第二馈电单元包括第三竖直分支、第四竖直分支和第二水平分支;所述第二水平分支位于侧面介质基板的顶端,第二水平分支的一端与第三竖直分支的上端连接,第二水平分支的另一端与第四竖直分支上端连接,所述第三竖直分支的下端与主介质基板上的馈电线连接,所述第四竖直分支的下端悬空,第四竖直分支与主介质基板之间有间距。

[0009] 所述共用辐射单元包括第一竖直辐射分支、第二竖直辐射分支、第三竖直辐射分支、第四竖直辐射分支、第五竖直辐射分支、第一水平辐射分支、第二水平辐射分支和第三水平辐射分支;所述第一水平辐射分支位于侧面介质基板的顶端,第一水平辐射分支的两端与两侧的馈电单元之间有间隙;所述第一竖直辐射分支的上端连接第一水平辐射分支的中心位置,第一竖直辐射分支的下端接金属地;所述第二竖直辐射分支的上端与第一水平辐射分支的右端连接,第二竖直辐射分支的下端与第二水平辐射分支的右端连接;第二水平辐射分支的左端与第三竖直辐射分支的上端连接,第三竖直辐射分支的下端接金属地;所述第四竖直辐射分支的上端与第一水平辐射分支的左端连接,第四竖直辐射分支的下端与第三水平辐射分支的左端连接,第三水平辐射分支的右端与第五竖直辐射分支的上端连接,所述第五竖直辐射分支的下端接金属地。

[0010] 所述天线单元的个数为2个以上的偶数。

[0011] 所述主介质基板和侧面介质基板均采用FR4材料,所述金属地和天线单元均由铜制成。

[0012] 由上述技术方案可知,本发明的有益效果为:第一,本发明中的天线单元内部通过两侧的馈电单元对共用辐射单元进行耦合馈电,在共用辐射单元多点接地的情况下,借助地板电流,形成多个谐振频点,可有效覆盖第五代移动通信中划分的N77、N78、N79和5G WLAN频段,以及未来可能使用的5.9至7.1GHz频段,拓宽了天线单元的带宽;第二,利用共用辐射单元的中间接地点,可有效降低馈电单元间的隔离度,其各项指标均满足MIMO天线的要求;第三,本发明具有结构简单紧凑、零净空和自解耦的特点,能够很好的满足当前对移动终端的设计需求。

附图说明

[0013] 图1为本发明的结构示意图;

[0014] 图2为本发明的主视图;

[0015] 图3为本发明中天线单元的结构示意图;

[0016] 图4为本发明的反射系数随频率变化的曲线图;

[0017] 图5为本发明的传输系数随频率变化的曲线图;

[0018] 图6为本发明的总效率随频率变化的曲线图;

[0019] 图7为本发明的包络相关系数随频率变化的曲线图。

具体实施方式

[0020] 如图1、2所示,一种自解耦5G超宽带MIMO天线对,其特征在于:包括主介质基板2、侧面介质基板3、金属地4和多个天线单元1;所述金属地4位于主介质基板2的下方,且紧贴着主介质基板2布置,侧面介质基板3设置在主介质基板2的两侧,多个天线单元1对称布置在侧面介质基板3的内侧板面上;所述天线单元1由两个馈电单元和一个共用辐射单元7组成。

[0021] 如图2所示,所述两个馈电单元为第一馈电单元5和第二馈电单元6,第一馈电单元5和第二馈电单元6的结构相同,分别位于共用辐射单元7的两侧,第一馈电单元5和第二馈电单元6对共用辐射单元7进行耦合馈电;所述第一馈电单元5和第二馈电单元6均呈倒U形,所述共用辐射单元7为两个中间镂空的倒L形枝节拼接形成。所述天线单元1的个数为2个以上的偶数。所述主介质基板2和侧面介质基板3均采用FR4材料,所述金属地4和天线单元1均由铜制成。

[0022] 如图3所示,所述第一馈电单元5、第二馈电单元6均与主介质基板2上的馈电线相连,主介质基板2上的馈电线为五十欧姆微带线,所述第一馈电单元5包括第一竖直分支8、第二竖直分支9和第一水平分支10;所述第一水平分支10位于侧面介质基板3的顶端,第一水平分支10的一端与第一竖直分支8的上端连接,第一水平分支10的另一端与第二竖直分支9上端连接,所述第一竖直分支8的下端与主介质基板2上的馈电线连接,所述第二竖直分支9的下端悬空,第二竖直分支9与主介质基板2之间有间距;所述第二馈电单元6包括第三竖直分支11、第四竖直分支12和第二水平分支13;所述第二水平分支13位于侧面介质基板3的顶端,第二水平分支13的一端与第三竖直分支11的上端连接,第二水平分支13的另一端与第四竖直分支12上端连接,所述第三竖直分支11的下端与主介质基板2上的馈电线连接,所述第四竖直分支12的下端悬空,第四竖直分支12与主介质基板2之间有间距。

[0023] 如图3所示,所述共用辐射单元7包括第一竖直辐射分支14、第二竖直辐射分支15、第三竖直辐射分支16、第四竖直辐射分支17、第五竖直辐射分支18、第一水平辐射分支19、第二水平辐射分支20和第三水平辐射分支21;所述第一水平辐射分支19位于侧面介质基板3的顶端,第一水平辐射分支19的两端与两侧的馈电单元之间有间隙;所述第一竖直辐射分支14的上端连接第一水平辐射分支19的中心位置,第一竖直辐射分支14的下端接金属地4;所述第二竖直辐射分支15的上端与第一水平辐射分支19的右端连接,第二竖直辐射分支15的下端与第二水平辐射分支20的右端连接;第二水平辐射分支20的左端与第三竖直辐射分支16的上端连接,第三竖直辐射分支16的下端接金属地4;所述第四竖直辐射分支17的上端与第一水平辐射分支19的左端连接,第四竖直辐射分支17的下端与第三水平辐射分支21的左端连接,第三水平辐射分支21的右端与第五竖直辐射分支18的上端连接,所述第五竖直辐射分支18的下端接金属地4。

[0024] 图4中,坐标的横轴为频率,纵轴为反射系数; S_{i1} 即为端口i的反射系数,也可称为回波损耗。反射系数在概念上为反射电压/入射电压,表示端口阻抗匹配的情况。图5中,坐标的横轴为频率,纵轴为传输系数; S_{ij} 表示为当端口i匹配时,端口j到端口i的传输系数。也就是说能量从i口流入,在j口测得的能量。端口的传输系数也就是天线间的隔离度,用来表示各天线工作时,天线性能的影响程度即互耦程度。从图4、图5中的S参数可以看出,在回波损耗优于6dB以及天线单元间的隔离度高于10dB的前提下,自解耦宽带MIMO天线对带宽能

够覆盖3.3GHz-7.8GHz频段,也就是说,本发明提出的天线单元1能够覆盖第五代移动通信中划分的N77、N78、N79和5G WLAN频段,以及未来可能使用的5.9至7.1GHz频段。

[0025] 图6可以看到在工作频段即3.3GHz-7.8GHz频段内,天线单元1的总效率高于85%,满足移动终端天线总效率大于40%的要求,天线的辐射性能良好。

[0026] 图7中,天线i&天线j表示为天线i和天线j之间的包络相关系数,也就是端口i和端口j之间的相关性,我们定义从发射端天线发出到接收段时,恢复数据的性能为相关性。在MIMO天线设计中,天线之间的相关性越低,代表天线传输的子信道彼此独立不受影响,因而能够获得较大的信道容量。上述超宽带5G MIMO天线对单元间的包络相关系数在工作频段都小于0.25,满足移动终端设备小于0.5的要求。

[0027] 主介质基板2的尺寸为150mm×75mm×0.8mm,侧面介质基板3的尺寸为150mm×0.8mm×7mm,金属地4的尺寸150mm×75mm。

[0028] 所述第二竖直辐射分支15、第二水平辐射分支20和第三竖直辐射分支16以及所述第四竖直辐射分支17、第三水平辐射分支21和第五竖直辐射分支18的折叠放置,能够有效的减小天线单元1的尺寸。所述第一竖直辐射分支14、第三竖直辐射分支16和第五竖直辐射分支18与金属地4连接,能够有效的利用地板电流,拓宽天线的带宽。

[0029] 所述第一竖直分支8、第三竖直分支11的长为5.5至6.5mm,宽为0.5至1.5mm;所述第一水平分支10、第二水平分支13的长为2.5至3.5mm,宽为0.1至1mm;所述第二竖直分支9、第四竖直分支12的长为2.5至3.5mm,宽为0.1至1mm。

[0030] 所述第一竖直辐射分支14的长为5.5至6.5mm,宽为3至4.5mm;所述第二竖直辐射分支15的长为1.5至2.5mm,宽为0.1至1mm;所述第三竖直辐射分支16的长为4至5mm,宽为0.1至1mm;所述第四竖直辐射分支17的长为1.5至2.5mm,宽为0.1至1mm;所述第五竖直辐射分支18的长为4至5mm,宽为0.1至1mm;所述第一水平辐射分支19的长为15至25mm,宽为0.1至1mm;所述第二水平辐射分支20的长为5至6mm,宽为0.1至1mm;所述第三水平辐射分支21的长为5至6mm,宽为0.1至1mm。

[0031] 本发明在设计时:

[0032] 第一步,对馈电方式的选择,本发明使用耦合馈电的馈电方式,如图2所示,第一馈电单元5和第二馈电单元6与共用辐射单元7之间留有细微间隙,其原理为直接馈电部分和寄生单元部分不直接相连,两者中间有一条容性缝隙,直接馈电部分通过此缝隙激励寄生单元,此容性能够弥补寄生单元部分因长度的增加而产生的感性,减小寄生单元的电抗性,改善天线的输入阻抗,最终实现增加天线带宽的目的。

[0033] 第二步,在完成对馈电方式的选择之后,需要天线有多个谐振频点,即天线有多个工作模式,同时为了实现曲面屏的需求,仅在侧面介质基板3上对天线单元1的形状进行设计:首先将第一馈电单元5和第二馈电单元6设计为倒U形,将共用辐射单元7设计为中间镂空的倒L形,如图3所示,设计之初,共用辐射单元7为两个分开的中间镂空的倒L形单元,其与金属地4有两个接地点,目的就是利用地板电流,馈电单元与辐射单元可形成多个耦合环模式,使其工作在较宽的频带范围内。

[0034] 第三步,为了缩小天线在手机中所占的尺寸,将辐射单元背靠背相融合,形成一个共用辐射单元7,不仅具有自解耦的作用,而且可以进一步拓宽天线单元1的带宽,自此本发明设计完成。

[0035] 对于天线尺寸的确定,首先要了解环天线的工作模式,其常用的模式有三种:0.5 λ 模式、1 λ 模式和1.5 λ 模式,其中 λ 表示波长。在0.5 λ 模式,环天线上有一个电流零点,由于环天线上的电流之和不为零,需要为相反电流提供路径的接地。此时,天线地板作为0.5 λ 模式的一个谐振臂,这种谐振模式称为非平衡模式。在1 λ 模式,环天线上有两个电流零点,环天线两侧的电流始终反向,满足零和电流条件。此时的环天线实现了自谐振,天线地板上的电流相对于0.5 λ 模式小很多,这种谐振模式称为平衡模式。在1.5 λ 模式,环天线上有三个电流零点,此时天线上的电流和不为零,依然需要天线地板作为谐振臂,因此1.5 λ 模式为非平衡模式。由环天线电流分布规律可知:环天线工作在0.5 λ 奇数倍模式时为非平衡模式,在0.5 λ 偶数倍模式时为平衡模式。所以根据需求,设计出天线谐振的几个工作频点,根据这些工作频点,计算出波长 λ ,进而计算出天线单元1的相应尺寸,由于是耦合馈电和地板电流的作用,天线的尺寸需要扫参调试,与计算的尺寸有一定的出入。

[0036] 综上所述,本发明中的天线单元1内部通过两侧的第一馈电单元5、第一馈电单元6对共用辐射单元7进行耦合馈电,在共用辐射单元7多点接地的情况下,借助地板电流,形成多个谐振频点,可有效覆盖第五代移动通信中划分的N77、N78、N79和5G WLAN频段,以及未来可能使用的5.9-7.1GHz频段,拓宽了天线单元的带宽;利用共用辐射单元7的中间接地点,可有效降低馈电单元间的隔离度,其各项指标均满足MIMO天线的要求;本发明具有结构简单紧凑、零净空和自解耦的特点,能够很好的满足当前对移动终端的设计需求。

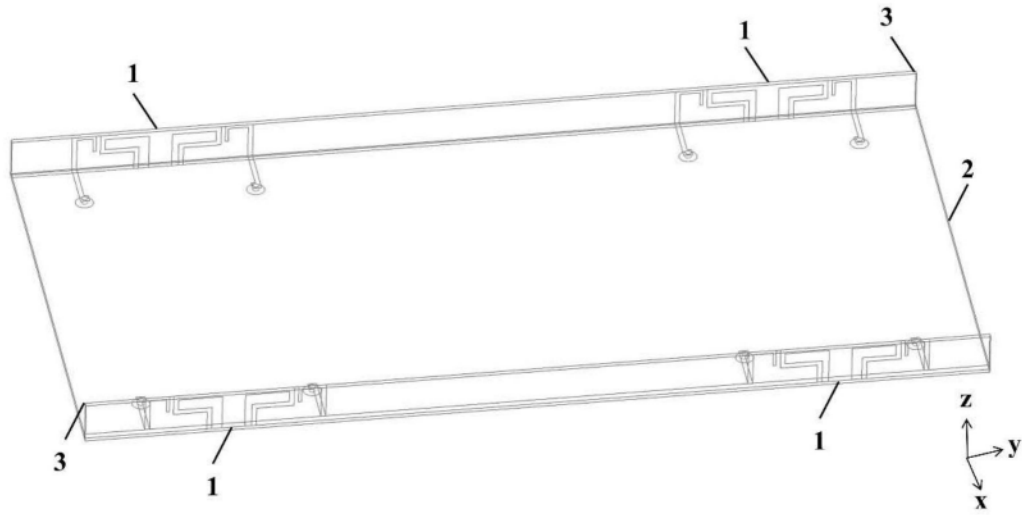


图1

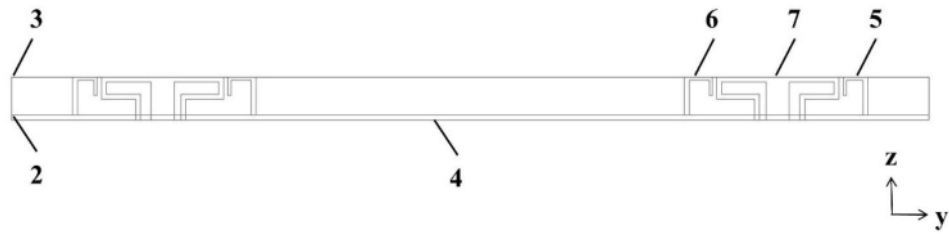


图2

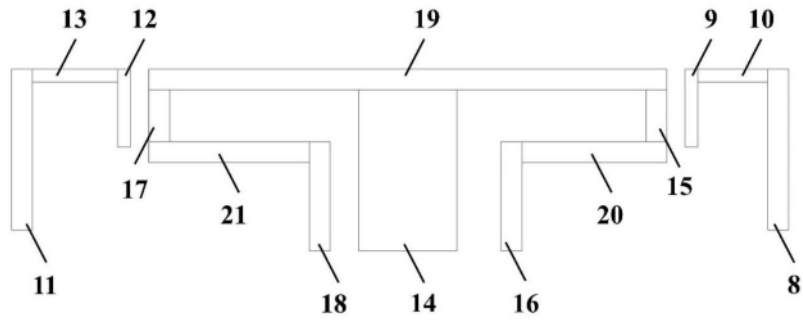


图3

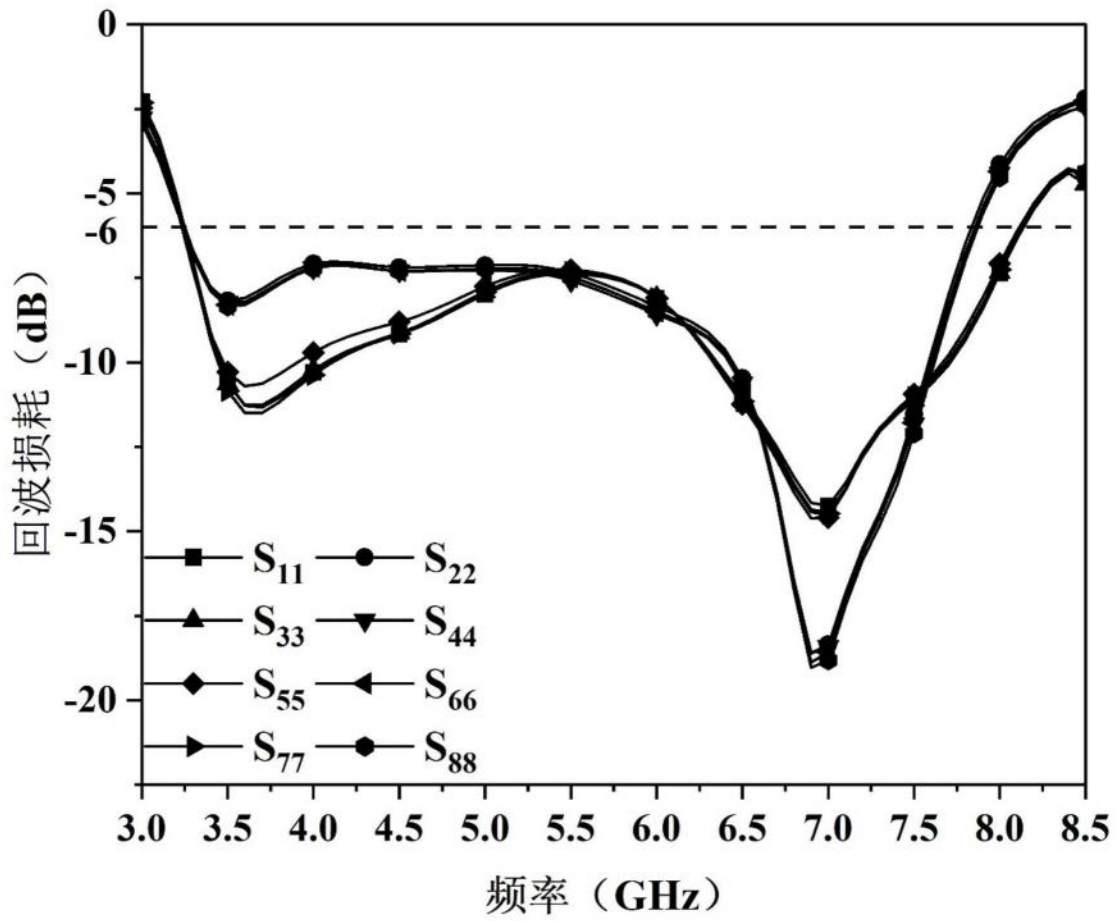


图4

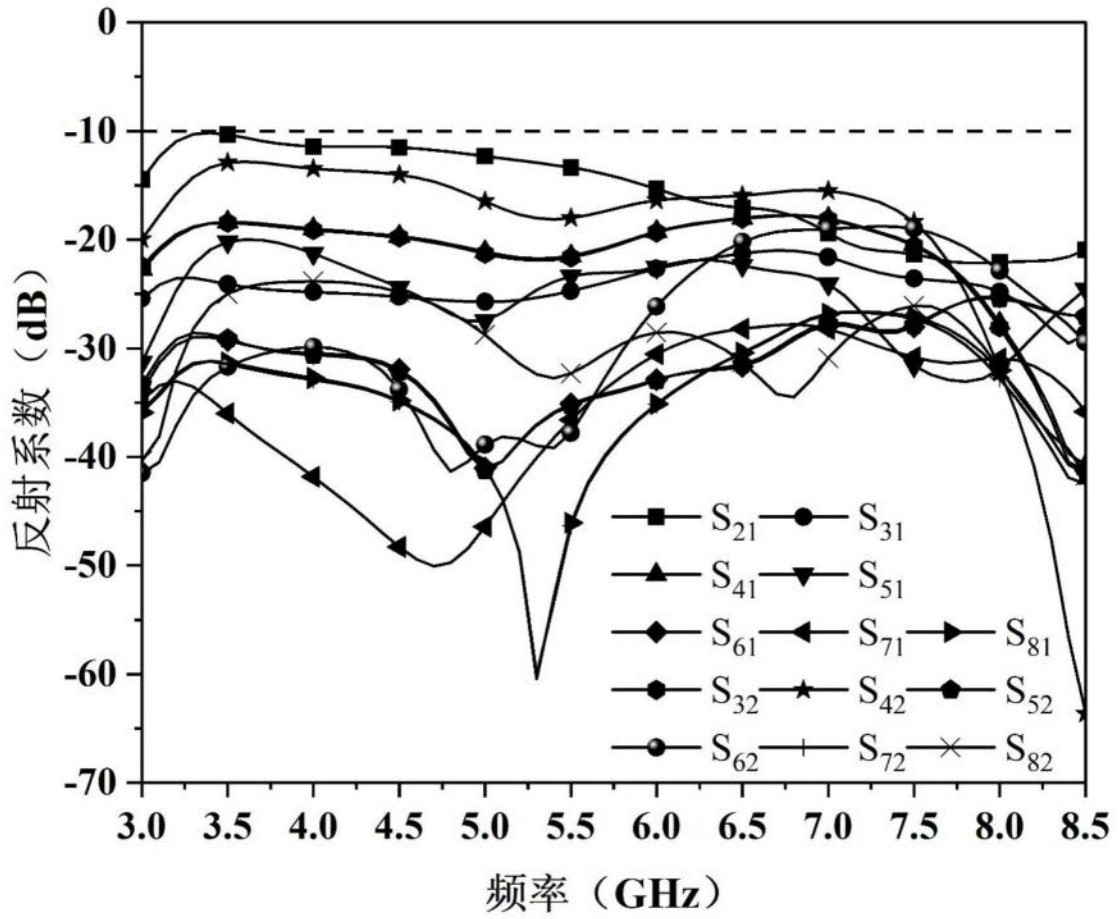


图5

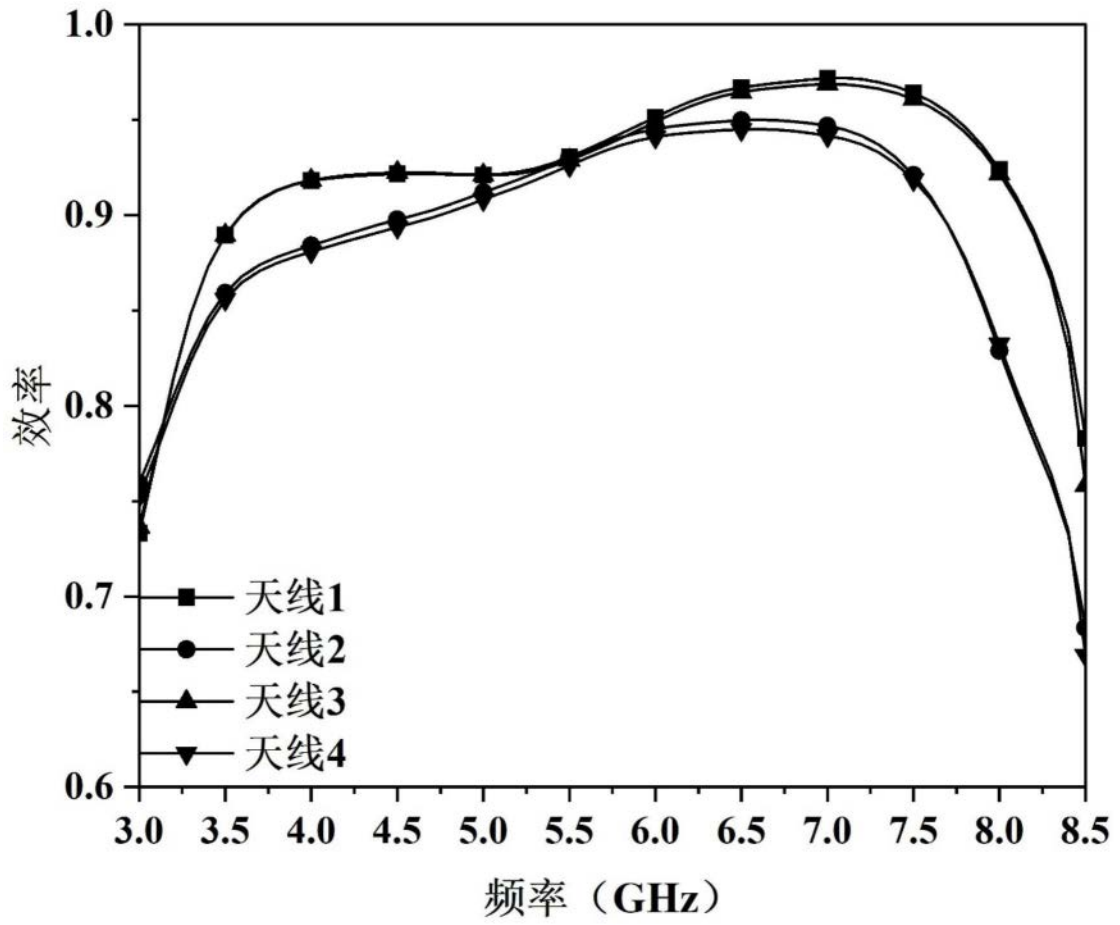


图6

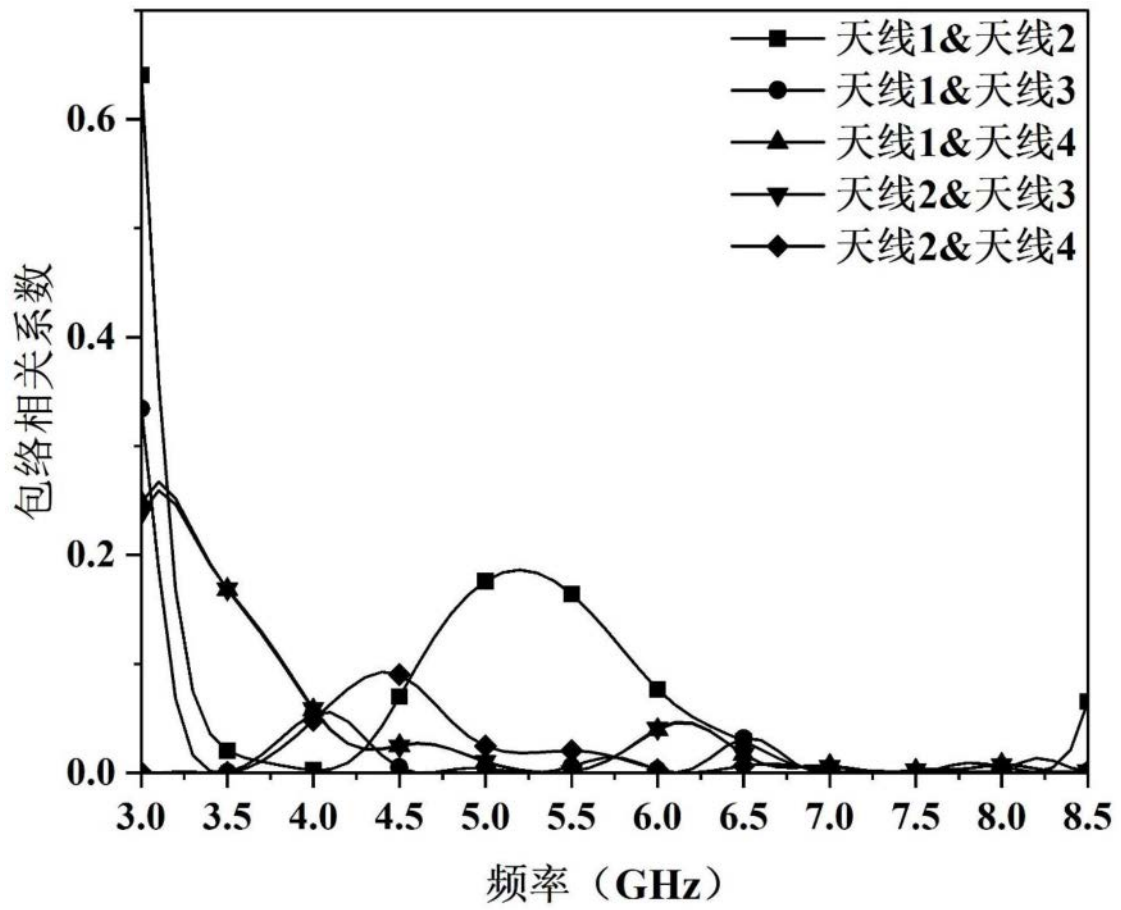


图7