



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106299727 B

(45)授权公告日 2020.04.07

(21)申请号 201610974089.0

CN 105789897 A,2016.07.20,

(22)申请日 2016.11.03

CN 104953273 A,2015.09.30,

(65)同一申请的已公布的文献号

DE 102012108091 A1,2014.02.20,

申请公布号 CN 106299727 A

Xu jie 等.A Compact Disc

(43)申请公布日 2017.01.04

UltrawideBand (UWB) Antenna With

(73)专利权人 云南大学

Quintuple Band Rejections.《 IEEE Antennas

地址 650091 云南省昆明市翠湖北路2号云南大学

and Wireless Propagation Letters 》.2012, 第11卷

审查员 王文秀

(72)发明人 申东娅 何谢勇 向晶 张仁龙

张秀普 董明 马超骏

(51)Int.Cl.

H01Q 21/06(2006.01)

H01Q 5/50(2015.01)

(56)对比文件

CN 104157982 A,2014.11.19,

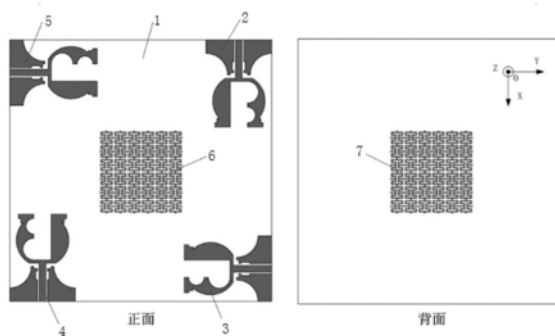
权利要求书1页 说明书4页 附图7页

(54)发明名称

低互耦4单元超宽带MIMO天线

(57)摘要

本发明涉及低互耦4单元超宽带MIMO天线,属于无线通信技术领域,由介质板、四个单极子超宽带天线单元和两个“类蝶”形平面电磁带隙(EBG)结构方阵组成;其中,四个天线单元分别位于介质板的四个顶角位置,彼此互相垂直摆放,整体相对于介质板中央呈中心对称,而EBG结构方阵由新型“类蝶”形平面EBG结构组成,采用了6×6的矩阵排列方式,分别位于介质板正反两面中央;本发明具有宽带宽,低互耦,结构简单,易于制作与集成等优点,适用于各类小型移动终端。



1. 低互耦4单元超宽带MIMO天线,其特征在于,包括:介质板(1),四个单极子超宽带天线单元(2-5),第一“类蝶”形平面电磁带隙(EBG)结构方阵(6)和第二“类蝶”形平面电磁带隙(EBG)结构方阵(7),其中:

a. 介质板(1)为正方形介质板;

b. 四个单极子超宽带天线单元(2-5)结构相同,位于正方形介质板(1)上层的四个顶角处,相邻的两个单极子超宽带天线两两相互垂直,不相邻的两个单极子超宽带天线呈反向平行排列,四个天线在介质板上呈中心对称;

c. 四个单极子超宽带天线单元(2-5)均采用共面波导馈电,馈电微带线垂直于正方形介质板(1)的边缘;

d. 每个单极子超宽带天线单元由辐射单元、馈电单元和接地单元组成,其中:辐射单元由第一“阶梯”状微带结构(14)、第二“阶梯”状微带结构(15)、“双孔桥”状微带结构(16)、“月”形微带结构(17)和矩形微带结构(18)构成,且第一“阶梯”状微带结构(14)、第二“阶梯”状微带结构(15)、“双孔桥”状微带结构(16)、“月”形微带结构(17)和矩形微带结构(18)围成一个半开放型槽,半开放型槽由小半圆槽(22)、大半圆槽(23)和矩形槽(24)组成;馈电单元为矩形微带馈线;接地单元由第一“圆弧坡”状微带结构(20)和第二“圆弧坡”状微带结构(21)构成;第一“圆弧坡”状微带结构(20)通过在矩形贴片上分别蚀刻第一个四分之一圆槽(25)、第一个水平方向矩形槽(27)和竖直方向第一个矩形槽(29)得到,第二“圆弧坡”状微带结构(21)通过在矩形贴片上分别蚀刻第二个四分之一圆槽(26)、第二个水平方向矩形槽(28)和竖直方向第二个矩形槽(30)得到,且第一“圆弧坡”状微带结构(20)和第二“圆弧坡”状微带结构(21)尺寸相同,相对于馈电单元左右对称,并与微带馈线(19)形成缝隙,构成共面波导;

e. 第一“类蝶”形平面电磁带隙(EBG)结构方阵(6)和第二“类蝶”形平面电磁带隙(EBG)结构方阵(7)由“类蝶”形平面EBG结构单元排列而成;第一“类蝶”形平面电磁带隙(EBG)结构方阵(6)印刷在介质板(1)的上表面,第二“类蝶”形平面电磁带隙(EBG)结构方阵(7)印刷在介质板(1)的下表面,分别位于介质板(1)的正反两面中央,相对于介质板(1)上下对称。

2. 根据权利要求1所述的低互耦4单元超宽带MIMO天线,其特征在于:所述由“类蝶”形平面EBG结构单元排列而成的第一“类蝶”形平面电磁带隙(EBG)结构方阵(6)和第二“类蝶”形平面电磁带隙(EBG)结构方阵(7)均采用 6×6 的矩阵排列方式。

3. 根据权利要求1所述的低互耦4单元超宽带MIMO天线,其特征在于:所述“类蝶”形平面EBG结构单元由第一“T”形微带结构(8)、第二“T”形微带结构(9)、第一“C”形微带结构(10)、第二“C”形微带结构(11)、第一矩形微带结构(12)、第二矩形微带结构(13)构成,该“类蝶”形EBG结构单元整体上分别相对于结构单元的垂直中心线左右对称,相对于结构单元的水平中心线上下对称。

4. 根据权利要求1所述的低互耦4单元超宽带MIMO天线,其特征在于:所述“类蝶”形平面EBG结构单元的尺寸为 $3.1\text{mm} \times 3.1\text{mm}$ 。

5. 根据权利要求1所述的低互耦4单元超宽带MIMO天线,其特征在于:所述介质板(1)采用介电常数为4.6和损耗角正切为0.02的FR4介质材料,其尺寸为 $60\text{mm} \times 60\text{mm} \times 1.6\text{mm}$ 。

低互耦4单元超宽带MIMO天线

技术领域

[0001] 本发明涉及低互耦4单元超宽带MIMO天线,属于无线通信技术领域。

背景技术

[0002] 超宽带(UWB)技术是目前备受关注的一种新型短距离高速无线通信技术。自从美国联邦通信委员会将3.1-10.6GHz划分为民用UWB频段以来,工业界和学术界已经在UWB无线电技术领域开展了大量的研究工作。

[0003] 多输入多输出(MIMO)技术同样也是近年以来宽带无线通信的重要技术之一,该技术在额外增加频谱资源和天线发射功率的情况下,能够成倍地提高系统的信道容量,大大提高了频谱利用率,被视为下一代移动通信的核心技术。将超宽带技术和MIMO天线相结合能够很好地提高系统的链路可靠性以及适配能力。与窄带无线通信相比,它能够将多径衰落降到最低,进一步的提高传输速度和质量。

[0004] MIMO天线设计的难点在于如何在有限的空间里集成多个天线单元,并且获得较低的耦合和较高的隔离度。对于目前已有的超宽带MIMO天线设计报道来看,其中大部分设计的带宽都很窄,隔离度也不高,尺寸还比较大,降低天线单元间互耦性的隔离技术缺乏创新等缺点。在MIMO天线中引入电磁带隙(EBG)结构是一种较新的隔离技术。近年来,在很多已公开报道的MIMO天线设计中都引入了此类结构。这种方法的技术原理是利用EBG结构的频率选择特性来降低天线单元的耦合,提高天线单元间的隔离度。这种方法改善隔离的效果明显,但缺点是此类EBG结构大都只能改善窄带天线的隔离性能,而对于超宽带MIMO天线则作用有限。此外,目前在MIMO天线中使用的EBG结构大都是带金属过孔型的蘑菇型EBG结构。此类EBG结构主要存在尺寸过大,需要蚀刻金属过孔,加工困难等缺点。

[0005] 本发明提出的低互耦4单元超宽带MIMO天线,经文献检索,未见与本发明相同的公开报道。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于克服现有技术之不足,设计出低互耦4单元超宽带MIMO天线。

[0007] 本发明中的低互耦4单元超宽带MIMO天线由以下7部分组成:介质板(1),四个单极子超宽带天线单元(2-5),第一“类蝶”形平面电磁带隙(EBG)结构方阵(6)和第二“类蝶”形平面电磁带隙(EBG)结构方阵(7),其中:

[0008] a. 介质板(1)为正方形介质板;

[0009] b. 四个单极子超宽带天线单元(2-5)结构相同,位于正方形介质板(1)上层的四个顶角处,相邻的两个单极子超宽带天线两两相互垂直,不相邻的两个单极子超宽带天线呈反向平行排列,四个天线在介质板上呈中心对称;

[0010] c. 四个单极子超宽带天线单元(2-5)均采用共面波导馈电,馈电微带线垂直于正方形介质板(1)的边缘;

[0011] d. 每个单极子超宽带天线单元由辐射单元、馈电单元和接地单元组成,其中:辐射

单元由第一“阶梯”状微带结构(14)、第二“阶梯”状微带结构(15)、“双孔桥”状微带结构(16)、“月”形微带结构(17)和矩形微带结构(18)构成,且第一“阶梯”状微带结构(14)、第二“阶梯”状微带结构(15)、“双孔桥”状微带结构(16)、“月”形微带结构(17)和矩形微带结构(18)围成一个半开放型槽,半开放型槽由小半圆槽(22)、大半圆槽(23)和矩形槽(24)组成;馈电单元为矩形微带馈线;接地单元由第一“圆弧坡”状微带结构(20)和第二“圆弧坡”状微带结构(21)构成;第一“圆弧坡”状微带结构(20)通过在矩形贴片上分别蚀刻第一个四分之一圆槽(25)、第一个水平方向矩形槽(27)和竖直方向第一个矩形槽(29)得到,第二“圆弧坡”状微带结构(21)通过在矩形贴片上分别蚀刻第二个四分之一圆槽(26)、第二个水平方向矩形槽(28)和竖直方向第二个矩形槽(30)得到,且第一“圆弧坡”状微带结构(20)和第二“圆弧坡”状微带结构(21)尺寸相同,相对于馈电单元左右对称,并与微带馈线(19)形成缝隙,构成共面波导;

[0012] e. 第一“类蝶”形平面电磁带隙(EBG)结构方阵(6)和第二“类蝶”形平面电磁带隙(EBG)结构方阵(7)由“类蝶”形平面EBG结构单元排列而成;第一“类蝶”形平面电磁带隙(EBG)结构方阵(6)印刷在介质板(1)的上表面,第二“类蝶”形平面电磁带隙(EBG)结构方阵(7)印刷在介质板(1)的下表面,分别位于介质板(1)的正反两面中央,相对于介质板(1)上下对称。

[0013] f. 由“类蝶”形平面EBG结构单元排列而成的第一“类蝶”形平面电磁带隙(EBG)结构方阵(6)和第二“类蝶”形平面电磁带隙(EBG)结构方阵(7)均采用 6×6 的矩阵排列方式。

[0014] g. 所述“类蝶”形平面EBG结构单元由第一“T”形微带结构(8)、第二“T”形微带结构(9)、第一“C”形微带结构(10)、第二“C”形微带结构(11)、第一矩形微带结构(12)、第二矩形微带结构(13)构成,该“类蝶”形EBG结构单元整体上分别相对于结构单元的垂直中心线左右对称,相对于结构单元的水平中心线上下对称。

[0015] 四个单极子超宽带平面天线单元构成了4单元MIMO天线的辐射部分,采用共面波导馈电;将四个天线单元放置于介质板的四个顶角处,能使天线单元间的间距在有限的空间内得到最大化,从而降低天线单元间的耦合,提高天线单元间的隔离度;而将四个单极子超宽带天线单元按照相邻的两个天线单元两两相互垂直,不相邻的两个天线单元呈反向平行排列,且整体呈中心对称方式则使天线形成正交极化,以提高天线单元间的隔离度,并获得分集增益。其技术原理是利用电磁波的正交极化来提高天线单元间的隔离度。此外,在介质板正反两面的中央部分分别引入“类蝶”形平面EBG结构方阵,能显著改善MIMO天线的隔离性能;其技术原理是利用了EBG结构的频率选择特性来提高天线单元间的隔离度。

[0016] 本发明与现有超宽带MIMO天线相比,具有如下优点:

[0017] 1. 天线尺寸小,结构简单,能很好地满足天线小型化的要求;

[0018] 2. 新设计的“类蝶”形平面EBG结构具有结构新颖、尺寸小、加工简单、无需蚀刻金属过孔、隔离效果好等优点;

[0019] 3. 天线具有良好的超宽带和隔离性能;

[0020] 4. 制作成本低、精度高、可重复性好,便于批量生产。

附图说明

[0021] 图1为本发明结构示意图。

- [0022] 图2为“类蝶”形EBG结构阵列示意图。
- [0023] 图3为“类蝶”形EBG结构单元示意图。
- [0024] 图4为单个单极子超宽带天线单元结构示意图。
- [0025] 图5为本发明中天线回波损耗测试结果。
- [0026] 图6为本发明中相邻天线单元隔离性能测试结果。
- [0027] 图7为本发明中相间天线单元隔离性能测试结果。
- [0028] 图8为本发明中有无EBG结构时相间天线单元隔离性能仿真对比结果。
- [0029] 图9为在5.5GHz时天线端口1单独激励在XOZ与YOZ平面上的测试方向图。
- [0030] 图10为在5.5GHz时天线端口2单独激励在XOZ与YOZ平面上的测试方向图。
- [0031] 图11为在5.5GHz时天线端口3单独激励在XOZ与YOZ平面上的测试方向图。
- [0032] 图12为在5.5GHz时天线端口4单独激励在XOZ与YOZ平面上的测试方向图。
- [0033] 图13为本发明中相邻天线单元间分集增益。
- [0034] 图14为本发明中对角线上天线单元间分集增益。

具体实施方式

[0035] 如图1所示,本发明中的低互耦4单元超宽带MIMO天线由以下7部分组成:介质板(1),四个单极子超宽带天线单元(2-5),第一“类蝶”形平面电磁带隙(EBG)结构方阵(6)和第二“类蝶”形平面电磁带隙(EBG)结构方阵(7),其中:

[0036] a. 介质板(1)为正方形介质板;

[0037] b. 四个单极子超宽带天线单元(2-5)结构相同,位于正方形介质板(1)上层的四个顶角处,相邻的两个单极子超宽带天线两两相互垂直,不相邻的两个单极子超宽带天线呈反向平行排列,四个天线在介质板上呈中心对称;

[0038] c. 四个单极子超宽带天线单元(2-5)均采用共面波导馈电,馈电微带线垂直于正方形介质板(1)的边缘;

[0039] d. 每个单极子超宽带天线单元由辐射单元、馈电单元和接地单元组成,其中:辐射单元由第一“阶梯”状微带结构(14)、第二“阶梯”状微带结构(15)、“双孔桥”状微带结构(16)、“月”形微带结构(17)和矩形微带结构(18)构成,且第一“阶梯”状微带结构(14)、第二“阶梯”状微带结构(15)、“双孔桥”状微带结构(16)、“月”形微带结构(17)和矩形微带结构(18)围成一个半开放型槽,半开放型槽由小半圆槽(22)、大半圆槽(23)和矩形槽(24)组成;馈电单元为矩形微带馈线;接地单元由第一“圆弧坡”状微带结构(20)和第二“圆弧坡”状微带结构(21)构成;第一“圆弧坡”状微带结构(20)通过在矩形贴片上分别蚀刻第一个四分之一圆槽(25)、第一个水平方向矩形槽(27)和竖直方向第一个矩形槽(29)得到,第二“圆弧坡”状微带结构(21)通过在矩形贴片上分别蚀刻第二个四分之一圆槽(26)、第二个水平方向矩形槽(28)和竖直方向第二个矩形槽(30)得到,且第一“圆弧坡”状微带结构(20)和第二“圆弧坡”状微带结构(21)尺寸相同,相对于馈电单元左右对称,并与微带馈线(19)形成缝隙,构成共面波导;

[0040] e. 第一“类蝶”形平面电磁带隙(EBG)结构方阵(6)和第二“类蝶”形平面电磁带隙(EBG)结构方阵(7)由“类蝶”形平面EBG结构单元排列而成;第一“类蝶”形平面电磁带隙(EBG)结构方阵(6)印刷在介质板(1)的上表面,第二“类蝶”形平面电磁带隙(EBG)结构方阵

(7)印刷在介质板(1)的下表面,分别位于介质板(1)的正反两面中央,相对于介质板(1)上下对称。

[0041] f.由“类蝶”形平面EBG结构单元排列而成的第一“类蝶”形平面电磁带隙(EBG)结构方阵(6)和第二“类蝶”形平面电磁带隙(EBG)结构方阵(7)均采用 6×6 的矩阵排列方式。

[0042] g.所述“类蝶”形平面EBG结构单元由第一“T”形微带结构(8)、第二“T”形微带结构(9)、第一“C”形微带结构(10)、第二“C”形微带结构(11)、第一矩形微带结构(12)、第二矩形微带结构(13)构成,该“类蝶”形EBG结构单元整体上分别相对于结构单元的垂直中心线左右对称,相对于结构单元的水平中心线上下对称。

[0043] 本发明中的低互耦4单元超宽带MIMO天线,通过引入新型的“类蝶”形平面EBG结构方阵,显著改善了4单元MIMO天线的隔离性能;如上所述的介质板7采用介电常数为4.6和损耗角正切为0.02的FR4介质材料,尺寸为 $60\text{mm} \times 60\text{mm} \times 1.6\text{mm}$;天线回波损耗的测试结果如图3所示,测试结果显示,天线单元1和3的工作带宽(即 S_{11} (S_{33})-10dB的频率范围)均为2.91-13.14GHz,天线单元2和4的工作带宽(即 S_{22} (S_{44})-10dB的频率范围)均为3.10-12.95GHz,由此可见,天线很好地覆盖了3.1-10.6的民用UWB频带;图4为本发明中相邻天线单元间隔离性能测试结果,由图可知,在3.10-12.95GHz的整个频段内,相邻天线单元间的隔离度在22.86dB以上,绝大部分频段内其隔离度均大于25dB;图5为本发明中相间天线单元间隔离性能测试结果,由图可知,在3.10-12.95GHz的整个频段内,相间天线单元间隔离度均在24.70dB以上,绝大部分频段内其隔离度均大于30dB;由此可见,该天线具有优良的隔离性能;另外,天线的尺寸只有 $60\text{mm} \times 60\text{mm} \times 1.6\text{mm}$,能很好地满足小型化的要求;总之,该天线是一款尺寸小、超宽带和隔离性能优越的超宽带MIMO天线。

[0044] 上面对本发明的较佳实施方式作了详细说明,但是本发明并不限于上述实施方式,在本领域的普通技术人员所具备的知识范围内,还可以在不脱离本发明宗旨的前提下做出各种变化。

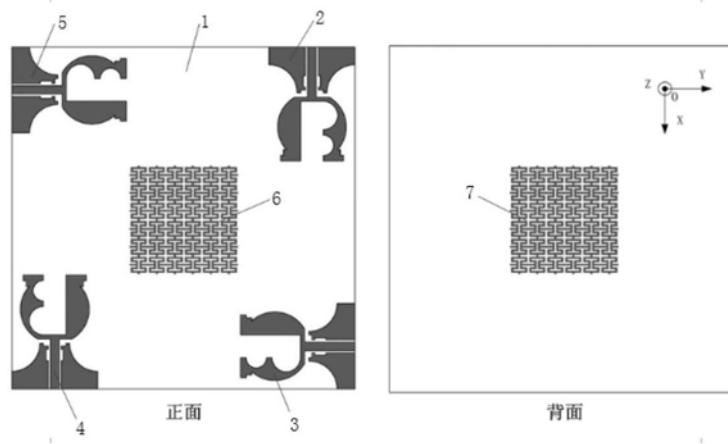


图1

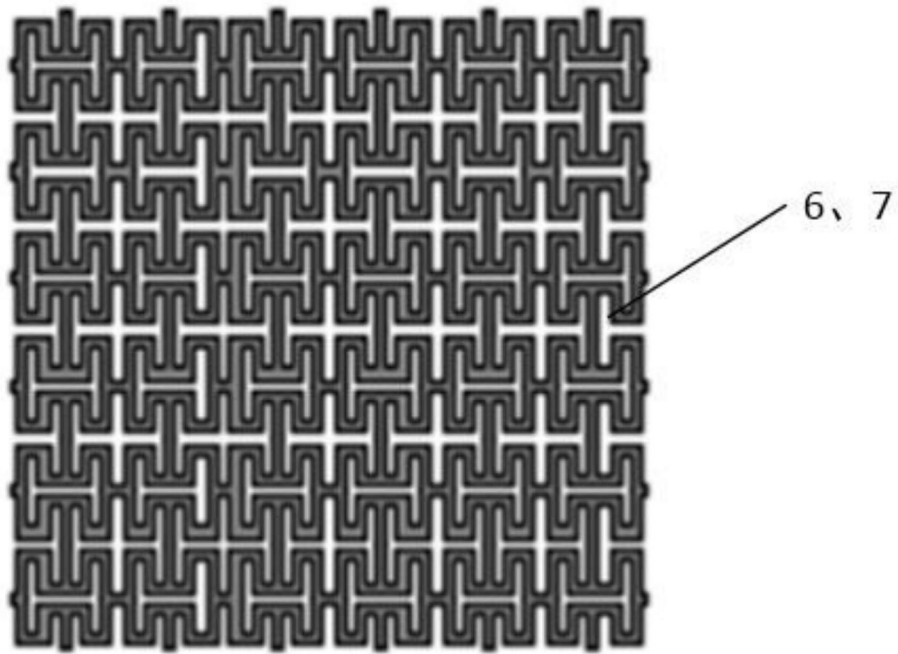


图2

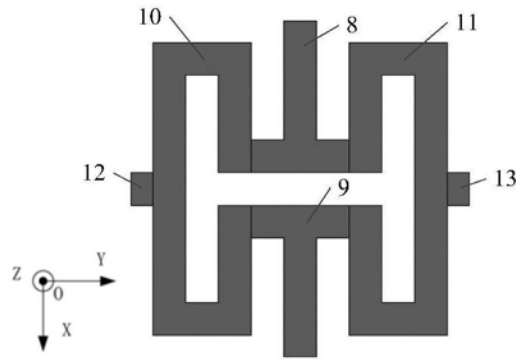


图3

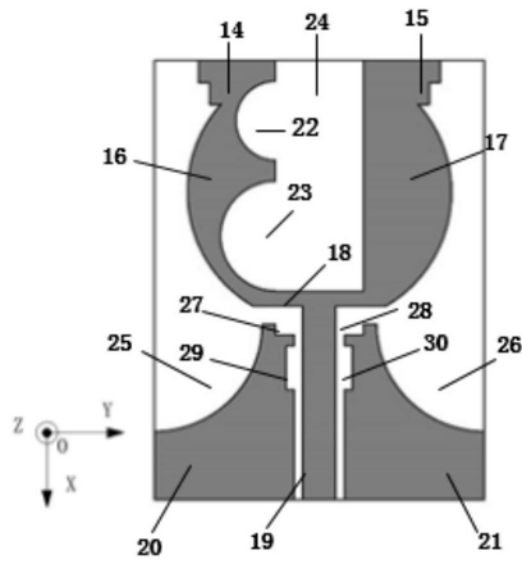


图4

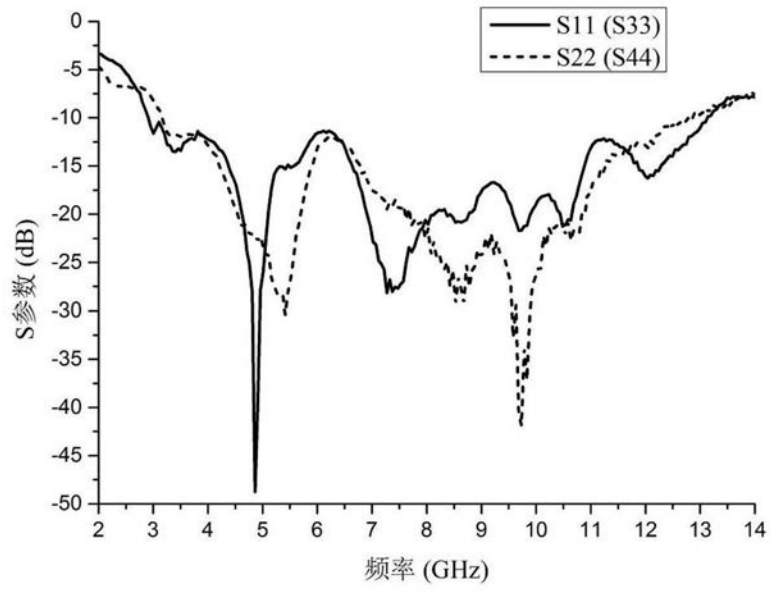


图5

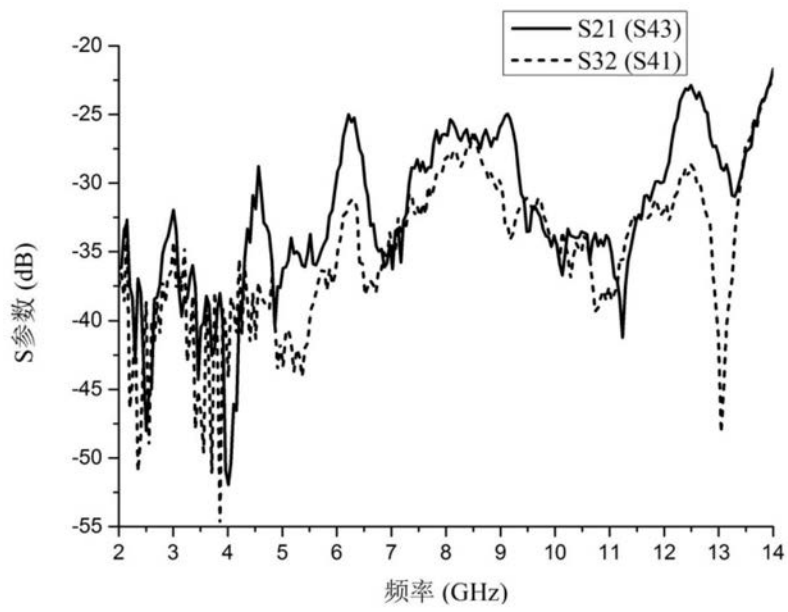


图6

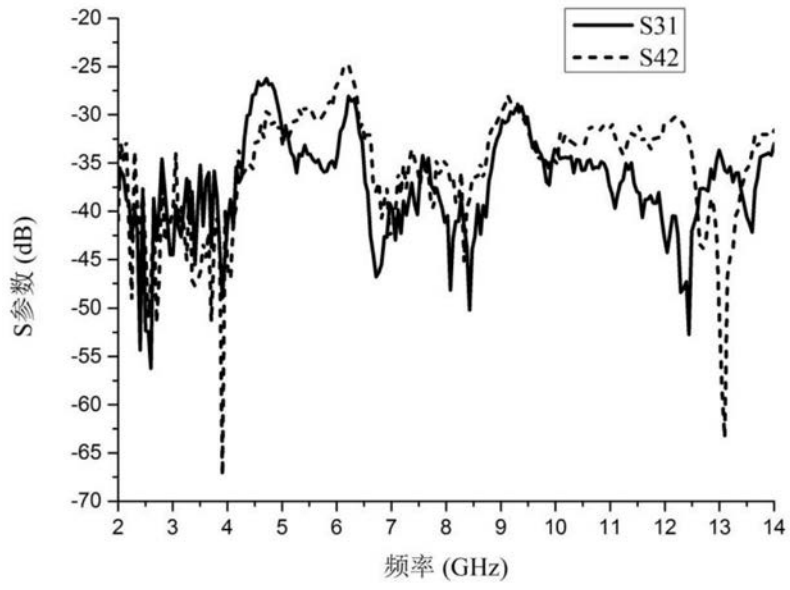


图7

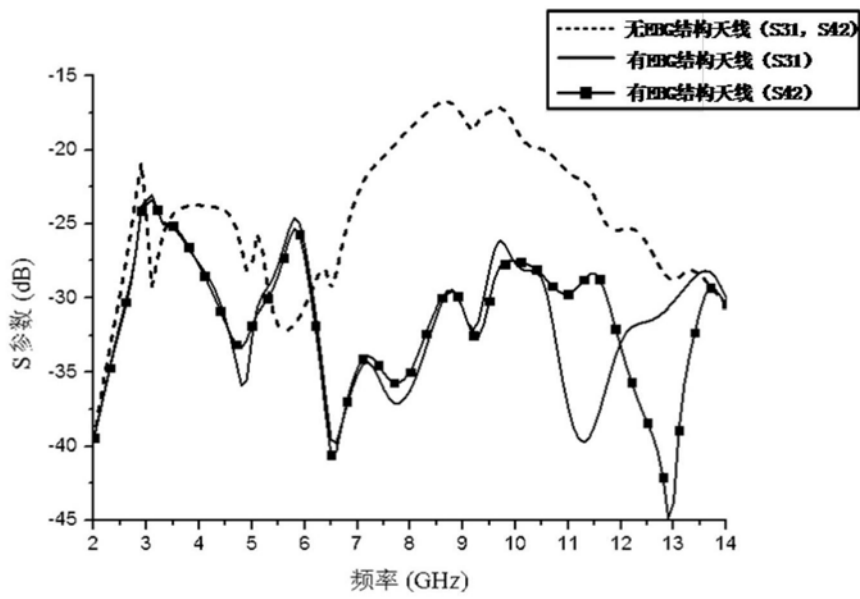


图8

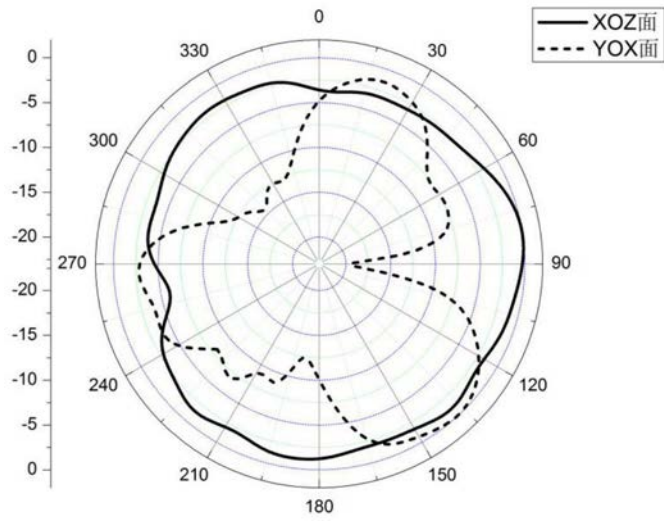


图9

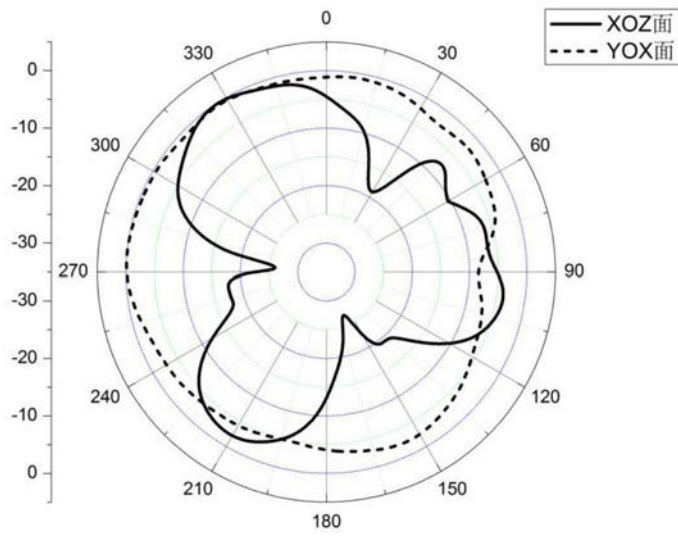


图10

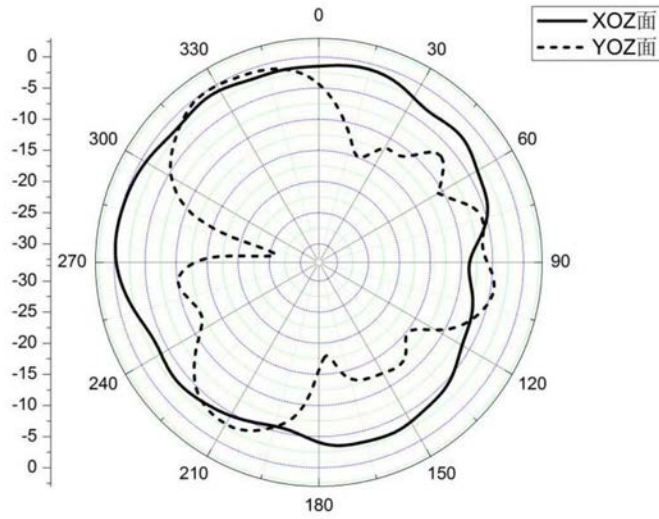


图11

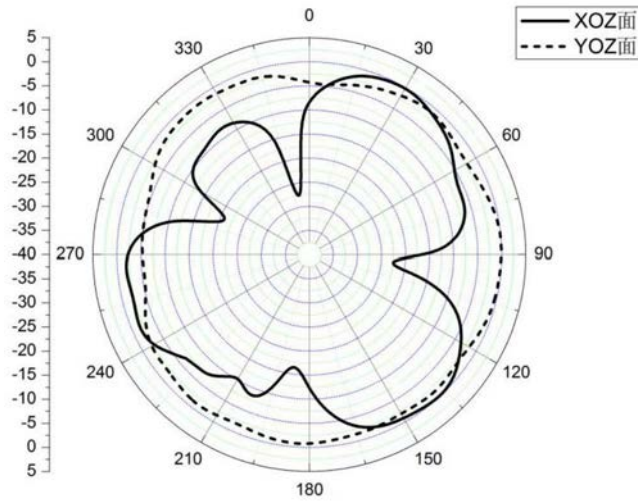


图12

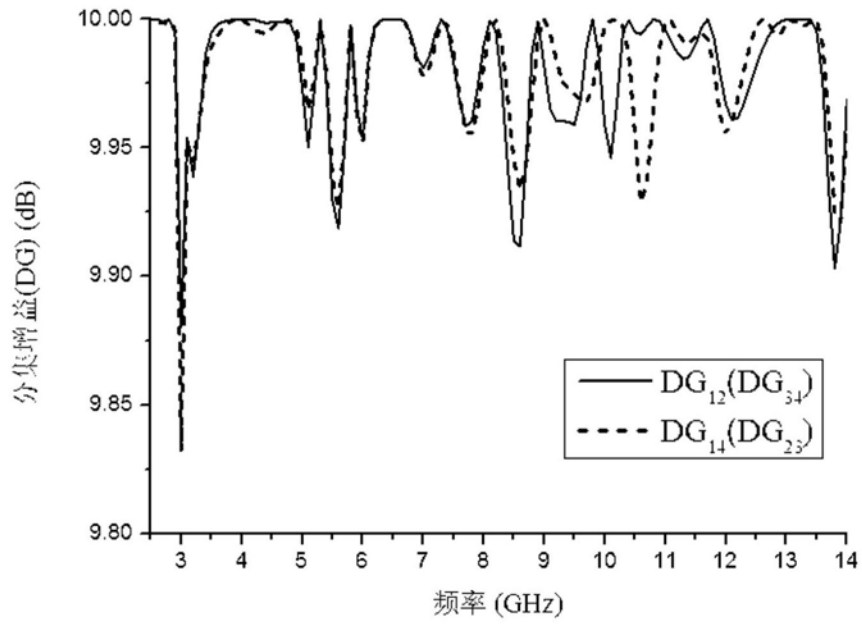


图13

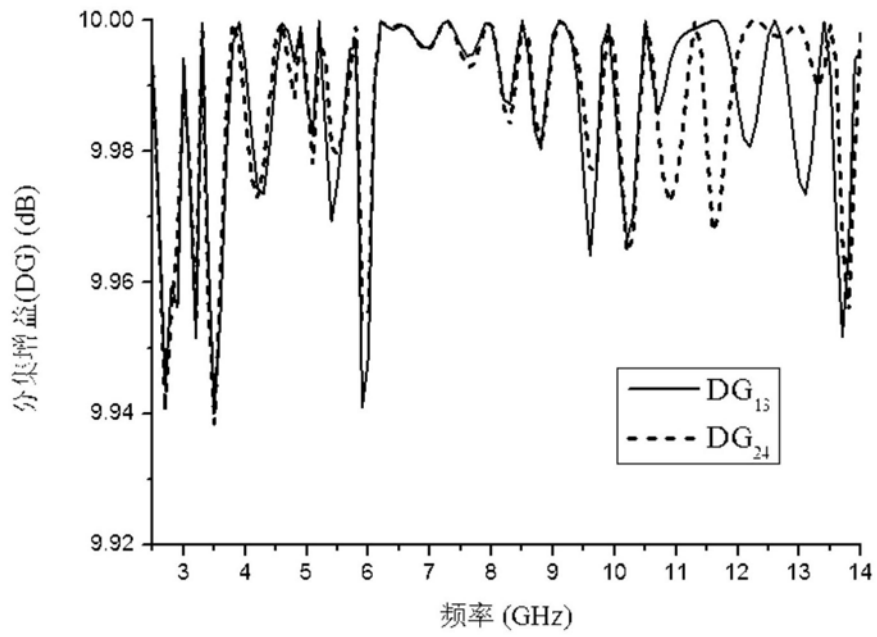


图14