



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116231286 A

(43) 申请公布日 2023. 06. 06

(21) 申请号 202310359863.7

(22) 申请日 2023.04.06

(71) 申请人 重庆邮电大学

地址 400065 重庆市南岸区南山街道崇文路2号

(72) 发明人 罗伟 王子豪 杨钰琦

(74) 专利代理机构 重庆辉腾律师事务所 50215

专利代理师 卢胜斌

(51) Int. Cl.

H01Q 1/36 (2006.01)

H01Q 1/50 (2006.01)

H01Q 13/10 (2006.01)

H01Q 5/50 (2015.01)

H01Q 1/24 (2006.01)

H01Q 21/00 (2006.01)

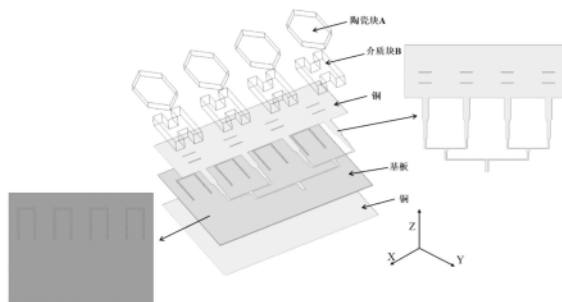
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

一种双缝隙馈电的宽带堆叠介质谐振器天线阵列

(57) 摘要

本发明涉及天线技术,具体涉及一种双缝隙馈电的宽带堆叠介质谐振器天线阵列,包括上层堆叠的介质谐振器天线和下层的印刷电路板,堆叠的介质谐振器天线形成直线阵列,每个阵元包括一个第一介质块以及与第一介质块重叠并位于其下方的第二介质块构成;印刷电路板在每个阵元下方为其提供一个基片集成波导缝隙馈电结构,并通过一个等功分并联微带馈电网络将每个阵元连接;本发明克服传统毫米波介质谐振器天线阵列工作带宽较窄的问题,在毫米波频段实现了宽阻抗匹配带宽天线阵列设计,本发明具备高增益特性,适用于高速率移动通信应用场景。



1. 一种双缝隙馈电的宽带堆叠介质谐振器天线阵列,其特征在于,包括上层堆叠的介质谐振器天线和下层的印刷电路板,堆叠的介质谐振器天线形成直线阵列,每个阵元包括一个第一介质块以及与第一介质块重叠并位于其下方的第二介质块构成;印刷电路板在每个阵元下方为其提供一个基片集成波导缝隙馈电结构,并通过一个等功分并联微带馈电网络将每个阵元连接。

2. 根据权利要求1所述的一种双缝隙馈电的宽带堆叠介质谐振器天线阵列,其特征在于,第一介质块的相对介电常数在9.5-10.2之间,第二介质块的相对介电常数为5.8-6.5之间。

3. 根据权利要求1~2任一项所述的一种双缝隙馈电的宽带堆叠介质谐振器天线阵列,其特征在于,第一介质块为六边形结构,第二介质块为H形结构,第一介质块和第二介质块的对称轴位于同一平面且第一介质块和第二介质块与该平面垂直,第一介质块和第二介质块的宽度相等且该宽度为六边形最短对角线。

4. 根据权利要求3所述的一种双缝隙馈电的宽带堆叠介质谐振器天线阵列,其特征在于,通过调节第一介质块和第二介质块的厚度调节天线的品质因数。

5. 根据权利要求3所述的一种双缝隙馈电的宽带堆叠介质谐振器天线阵列,其特征在于,通过调节第一介质块中最长对角线与最短对角线之间的比列来调节天线的阻抗匹配带宽。

6. 根据权利要求1所述的一种双缝隙馈电的宽带堆叠介质谐振器天线阵列,其特征在于,基片集成波导缝隙馈电结构通过两个平行矩形缝隙对阵元进行电磁耦合馈电,平行矩形缝隙为印刷在基板上的金属层中的缝隙结构。

7. 根据权利要求6所述的一种双缝隙馈电的宽带堆叠介质谐振器天线阵列,其特征在于,两个平行矩形缝隙的长度与宽度均相等,其间距为0.2倍工作波长,两个平行矩形缝隙的纵向方向都与基片集成波导中电磁能量传播方向垂直。

8. 根据权利要求6所述的一种双缝隙馈电的宽带堆叠介质谐振器天线阵列,其特征在于,通过改变两个平行矩形缝隙的长度与宽度来改变堆叠结构介质谐振器天线基模与高阶模谐振点。

9. 根据权利要求6所述的一种双缝隙馈电的宽带堆叠介质谐振器天线阵列,其特征在于,等功分并联微带馈电网络为每个基片集成波导缝隙馈电结构提供一个输出端口,每个输出端口通过阻抗匹配微带线与基片集成波导缝隙馈电结构连接,等功分并联的微带馈电网络末端采用渐变结构与金属层相连,渐变结构分为两段,第一段为梯形微带线,上底与馈电网络末端的50欧姆微带线相连,且上底与馈电网络末端的50欧姆微带线宽度相同,第二段为矩形微带线,矩形微带线与第一段下底等宽,矩形微带线与金属层连接。

10. 根据权利要求9所述的一种双缝隙馈电的宽带堆叠介质谐振器天线阵列,其特征在于,基板上为每个阵元设置有一组金属孔,每组金属孔从等功分并联的微带馈电网络与金属层相连处开始,沿方形环绕形成U形结构。

## 一种双缝隙馈电的宽带堆叠介质谐振器天线阵列

### 技术领域

[0001] 本发明涉及天线技术,具体涉及一种双缝隙馈电的宽带堆叠介质谐振器天线阵列。

### 背景技术

[0002] 针对现代社会对高速无线通信的需求,毫米波频段将在第五代(5G)移动通信扮演着更重要的角色。因为毫米波通信链路遭受着较大的传播路径损耗,所以通过高增益波束来补偿路径损耗。与传统微带天线相比,介质谐振器天线带宽显著增加且辐射效率更高,因此毫米波介质谐振器天线阵列是当前天线与射频领域的重要研究方向之一。

[0003] 但是现有技术仍存在缺陷,例如单个介质谐振器的带宽窄,单缝隙馈电会导致天线增益低、带宽窄,基于微带传输线馈电网络的的天线损耗高、增益低等问题。

### 发明内容

[0004] 为了解决传统毫米波介质谐振器天线阵列工作带宽较窄的问题,本发明提出一种双缝隙馈电的宽带堆叠介质谐振器天线阵列,包括上层堆叠的介质谐振器天线和下层的印刷电路板,堆叠的介质谐振器天线形成直线阵列,每个阵元包括一个第一介质块以及与第一介质块重叠并位于其下方的第二介质块构成;印刷电路板在每个阵元下方为其提供一个基片集成波导缝隙馈电结构,并通过一个等功分并联微带馈电网络将每个阵元连接。

[0005] 进一步的,第一介质块的相对介电常数在9.5-10.2之间,第二介质块的相对介电常数为5.8-6.5之间。

[0006] 进一步的,第一介质块为六边形结构,第二介质块为H形结构,第一介质块和第二介质块的对称轴位于同一平面且第一介质块和第二介质块与该平面垂直,第一介质块和第二介质块的宽度相等且该宽度为六边形最短对角线。

[0007] 进一步的,通过调节第一介质块和第二介质块的厚度调节天线的品质因数。

[0008] 进一步的,通过调节第一介质块中最长对角线与最短对角线之间的比列来调节天线的阻抗匹配带宽。

[0009] 进一步的,基片集成波导缝隙馈电结构通过两个平行矩形缝隙对阵元进行电磁耦合馈电,平行矩形缝隙为印刷在基板上的金属层中的缝隙结构。

[0010] 进一步的,两个平行矩形缝隙的长度与宽度均相等,其间距为0.2倍工作波长,两个平行矩形缝隙的纵向方向都与基片集成波导中电磁能量传播方向垂直。

[0011] 进一步的,通过改变两个平行矩形缝隙的长度与宽度来改变堆叠结构介质谐振器天线基模与高阶模谐振点。

[0012] 进一步的,等功分并联微带馈电网络为每个基片集成波导缝隙馈电结构提供一个输出端口,每个输出端口通过阻抗匹配微带线与基片集成波导缝隙馈电结构连接,等功分并联的微带馈电网络末端采用渐变结构与金属层相连,渐变结构分为两段,第一段为梯形微带线,上底与馈电网络末端的50欧姆微带线相连,且上底与馈电网络末端的50欧姆微带

线宽度相同,第二段为矩形微带线,矩形微带线与第一段下底等宽,矩形微带线与金属层连接。

[0013] 进一步的,基板上为每个阵元设置有一组金属孔,每组金属孔从等功分并联的微带馈电网络与金属层相连处开始,沿方形环绕形成U形结构。

[0014] 本发明克服传统毫米波介质谐振器天线阵列工作带宽较窄的问题,在毫米波频段实现了宽阻抗匹配带宽天线阵列设计,本发明具备高增益特性,适用于高速率移动通信应用场景;本发明天线阵列采用双缝隙馈电与堆叠技术,具有宽频带与高增益特性,工作于23.84GHz-27.62GHz,天线适用于中国5G通信系统频段中的26GHz频段。

## 附图说明

[0015] 图1为本发明一种双缝隙馈电的宽带堆叠介质谐振器天线阵列的分解图;

[0016] 图2为本发明一种双缝隙馈电的宽带堆叠介质谐振器天线阵列中堆叠结构介质谐振器天线俯视图;

[0017] 图3为本发明一种双缝隙馈电的宽带堆叠介质谐振器天线阵列中堆叠结构介质谐振器天线剖面的侧视图;

[0018] 图4为本发明一种双缝隙馈电的宽带堆叠介质谐振器天线阵列的仿真与实测S参数图;

[0019] 图5为本发明一种双缝隙馈电的宽带堆叠介质谐振器天线阵列的仿真与实测频率增益曲线;

[0020] 图6为本发明一种双缝隙馈电的宽带堆叠介质谐振器天线阵列不同频率下的二维方向图;其中图(a1)为24.7GHz下电面(E面)方向图,图(a2)为24.7GHz下磁面(H面)方向图,图(b1)为25.42GHz下E面方向图,图(b2)为25.42GHz下H面方向图,图(c1)为26.3GHz下E面方向图,图(c2)为26.3GHz下H面方向图。

## 具体实施方式

[0021] 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,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0022] 本发明提出一种双缝隙馈电的宽带堆叠介质谐振器天线阵列,包括上层堆叠的介质谐振器天线和下层的印刷电路板,堆叠的介质谐振器天线形成直线阵列,每个阵元包括一个第一介质块以及与第一介质块重叠并位于其下方的第二介质块构成;印刷电路板在每个阵元下方为其提供一个基片集成波导缝隙馈电结构,并通过一个1个等功分并联微带馈电网络将每个阵元连接。

[0023] 实施例1

[0024] 在本实施例中,一种双缝隙馈电的宽带堆叠介质谐振器天线阵列由基片集成波导馈电网络、堆叠结构介质谐振器天线及两条矩形缝隙组成的毫米波天线阵列,通过介质谐振器内部基模与高阶模的模式合并实现宽频带与高增益的优良天线性能,该天线系统由上下两个部分组成,上层为堆叠结构介质谐振器天线,下层为方形印刷电路板,其中:

[0025] 上层堆叠结构介质谐振器天线阵列由4组介质谐振器天线阵元组成,该4组介质谐振器天线阵元组成一个直线阵列,阵元之间距离为0.7倍工作波长;每组介质谐振器天线阵元由1个高介电常数的第一介质块A与1个低介电常数的第二介质块B组成;高介电常数的第一介质块A与低介电常数的第二介质块B叠层放置,高介电常数的第一介质块A置于低介电常数的第二介质块B正上方;高介电常数的第一介质块A的相对介电常数应在9.5-10.2范围内,低介电常数的第二介质块B的相对介电常数应在5.8-6.5范围内;

[0026] 下层方形印刷电路板由4个基片集成波导缝隙馈电结构与1个等功分并联微带馈电网络组成,其中:

[0027] 每个基片集成波导缝隙馈电结构通过两个平行矩形缝隙对每组介质谐振器天线阵元进行电磁耦合馈电,两个矩形缝隙的长度与宽度均相等,其间距为0.2倍工作波长,两个矩形缝隙的纵向方向都与基片集成波导中电磁能量传播方向垂直,通过两个矩形缝隙可以在所述堆叠结构介质谐振器天线阵元中激励起合并的基模与高阶模,从而得到宽带的阻抗匹配;

[0028] 等功分并联微带馈电网络的4个输出端口分别与4个基片集成波导缝隙馈电结构通过阻抗匹配微带线连接,等功分并联微带馈电网络的1个输入端口通过射频线缆连接至发射机。

[0029] 基片集成波导缝隙馈电结构的两个平行矩形缝隙,可以通过改变两个矩形缝隙的相对位置、矩形缝隙的长宽来改变堆叠结构介质谐振器天线基模与高阶模谐振点,进而优化天线带宽与增益。

[0030] 4组堆叠结构介质谐振器天线阵元,每组都由1个高介电常数的第一介质块A和1个低介电常数的第二介质块B组成,第一介质块A为六边形,第二介质块B为H形。通过改变第一介质块A与第二介质块B的高度,可以调整天线的品质因数,通过调整第一介质块A最长对角线与最短对角线之比调节天线的阻抗匹配带宽。优选地,第一介质块A的最长对角线长于第二介质块B的长边,第一介质块A的最短对角线与第二介质块B的宽相等,第一介质块A的最长对角线与最短对角线垂直。

[0031] 印刷电路板(即图1中基板,其上下两面均印刷有金属层,上层金属刻蚀的图形如图1所示,其包括覆盖直线阵列的金属层,该金属层上设置有基片集成波导缝隙馈电结构,还设置有等功分并联微带馈电网络,等功分并联微带馈电网络如图1,将两个阵元并联,最终整个阵列的阵元汇成一路)上金属层部分需要将堆叠的介质谐振器天线形成直线阵列完全覆盖,并且第一介质块、第二介质块以及印刷电路板上金属层上的基片集成波导缝隙馈电结构中心在同一个中心轴上。

[0032] 实施例2

[0033] 在本实施例中,如图1所示,天线包括上层堆叠结构介质谐振器天线和下层方形印刷电路板,图2与图3是本实施例中堆叠结构介质谐振器天线的俯视图与侧视图。在本实施例中,上层堆叠结构介质谐振器天线分为一个介电常数为9.8的第一介质块A,一个介电常数为6.5的第二介质块B第一介质块A为六边形,长对角线长度为11.3mm,短对角线长度为5.66mm,两条平行边长度为5.66mm,高度为1.2mm,叠放在第二介质块B的上方;第二介质块B为H形,长边的长度为9mm,短边分为三部分,宽度分别为1.8mm、2mm、1.8mm,短边中间部分凹陷深度为2.5mm,高度为2.3mm。

[0034] 下层方形印刷电路板上表面具有等功分并联的微带馈电网络,该等功分并联的微带馈电网络末端的渐变结构与金属层相连,金属层上刻蚀有4组缝隙,每组由两条相同的平行矩形缝隙构成,所述平行矩形缝隙长度为3mm,宽度为0.2mm,两条缝隙中间距离为2.4mm,所述等功分并联的微带馈电网络末端的渐变结构分为两段,第一段为梯形,上底与馈电网络末端的50欧姆微带线相连,宽度相同,均为0.75mm,下底与第二段矩形微带线相连,宽度也相同,均为1.5mm,梯形部分的高度为7.5mm。

[0035] 下层方形印刷电路板末端具有4组金属通孔,金属通孔的直径为0.4mm,周期距离为0.6mm,高度为0.254mm。每组金属通孔从等功分并联的微带馈电网络与金属层相连处开始,沿方形环绕。

[0036] 本实施例在选择材料时,上层堆叠结构中第一介质块和第二介质块进行材料选择时,第一介质块A选择陶瓷材料,第二介质块B选择“罗杰斯6006”材料,;下层方形印刷电路板为“F4BK225”材料,也可以替换为罗杰斯5880,所述方形印刷电路板厚度为0.254mm,边长为31.0mm×40.0mm。

[0037] 在本实施例中,上层4组堆叠介质谐振器作为天线辐射体,下层方形印刷电路板上表面具有等功分并联的微带馈电网络,该等功分并联的微带馈电网络末端的渐变结构与金属层相连,渐变结构起到阻抗变换的作用。所述金属层作为地板,地板上刻蚀有4组缝隙,每组包含有2条相同的平行矩形缝隙。所述下层方形印刷电路板末端具有4组金属通孔,每组金属通孔从等功分并联的微带馈电网络与金属层相连处开始,沿方形环绕,构成基片集成波导馈电网络。

[0038] 本实施例平行矩形馈电缝隙与介质谐振器电磁耦合连接,激励所述堆叠结构介质谐振器内部TE基模与高阶模 $TE_{361}$ 。

[0039] 基于基片集成波导与双缝隙馈电的宽带堆叠介质谐振器天线阵列工作在23.84GHz-27.62GHz,详细数据见图4;在操作频带内,天线的峰值增益为15.7dBic,详细数据见图5;在24.7GHz、25.42GHz和26.3GHz的最大辐射方向的峰值增益均超过15dBic,详细数据见图6。

[0040] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变形,本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

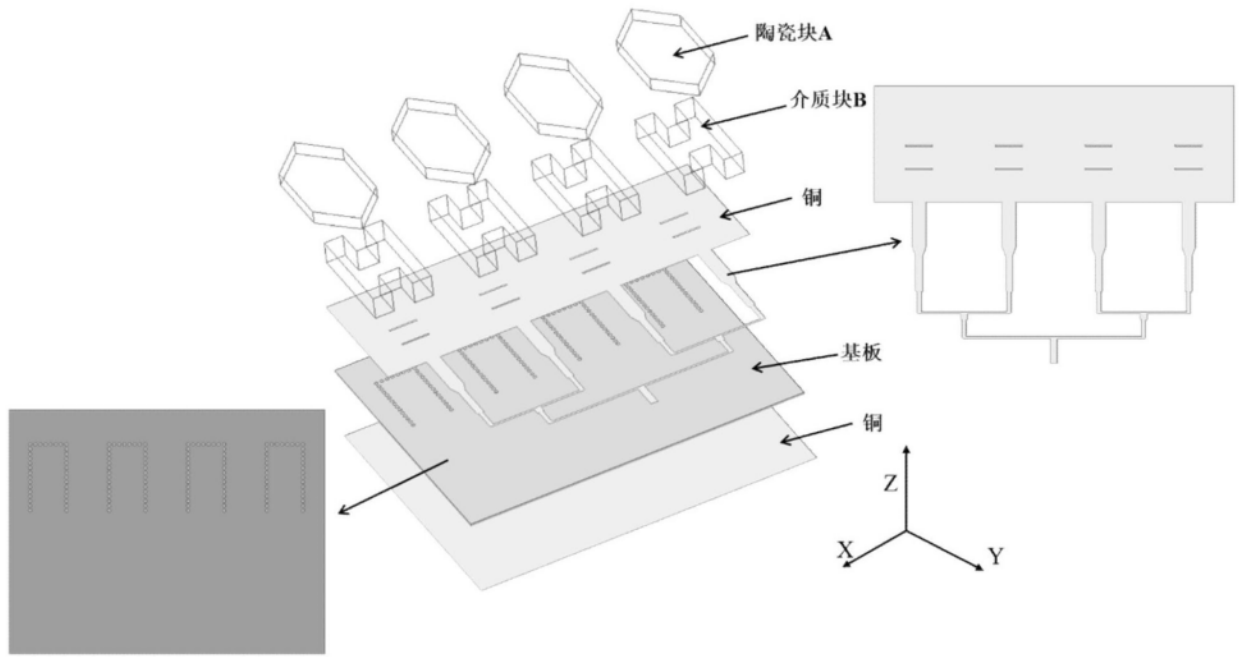


图1

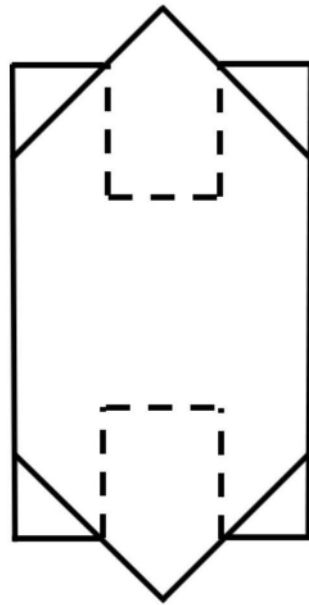


图2

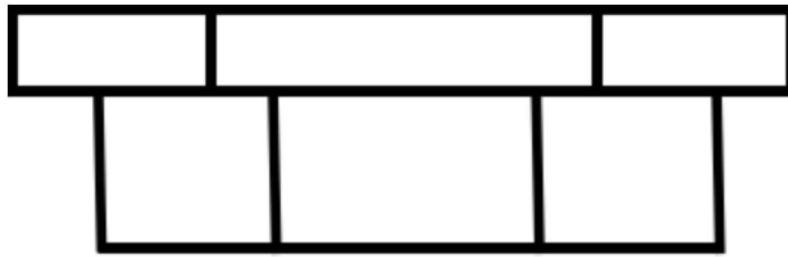


图3

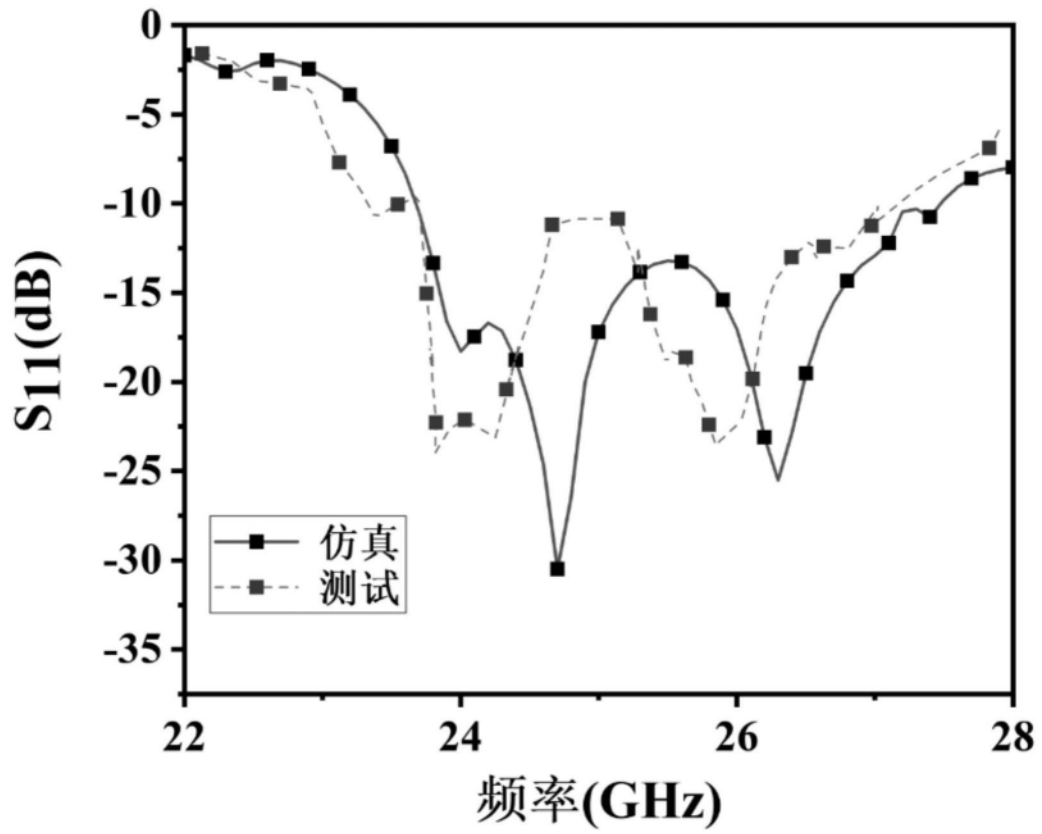


图4



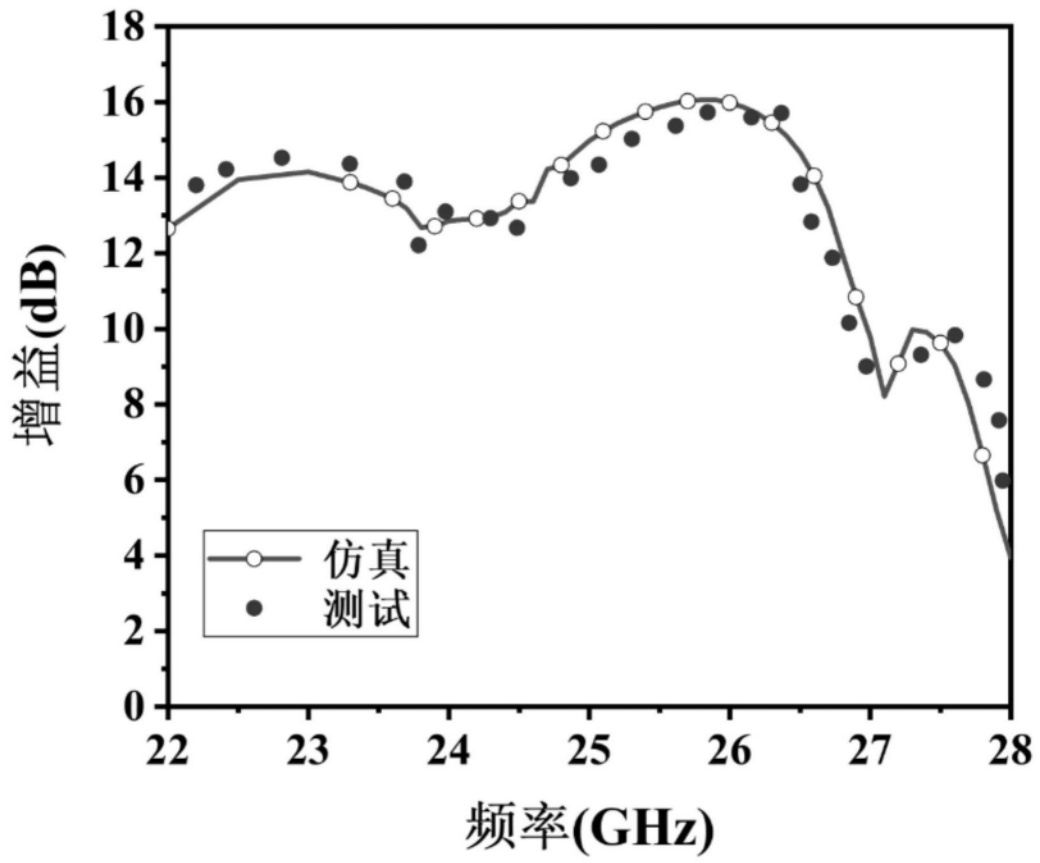


图5

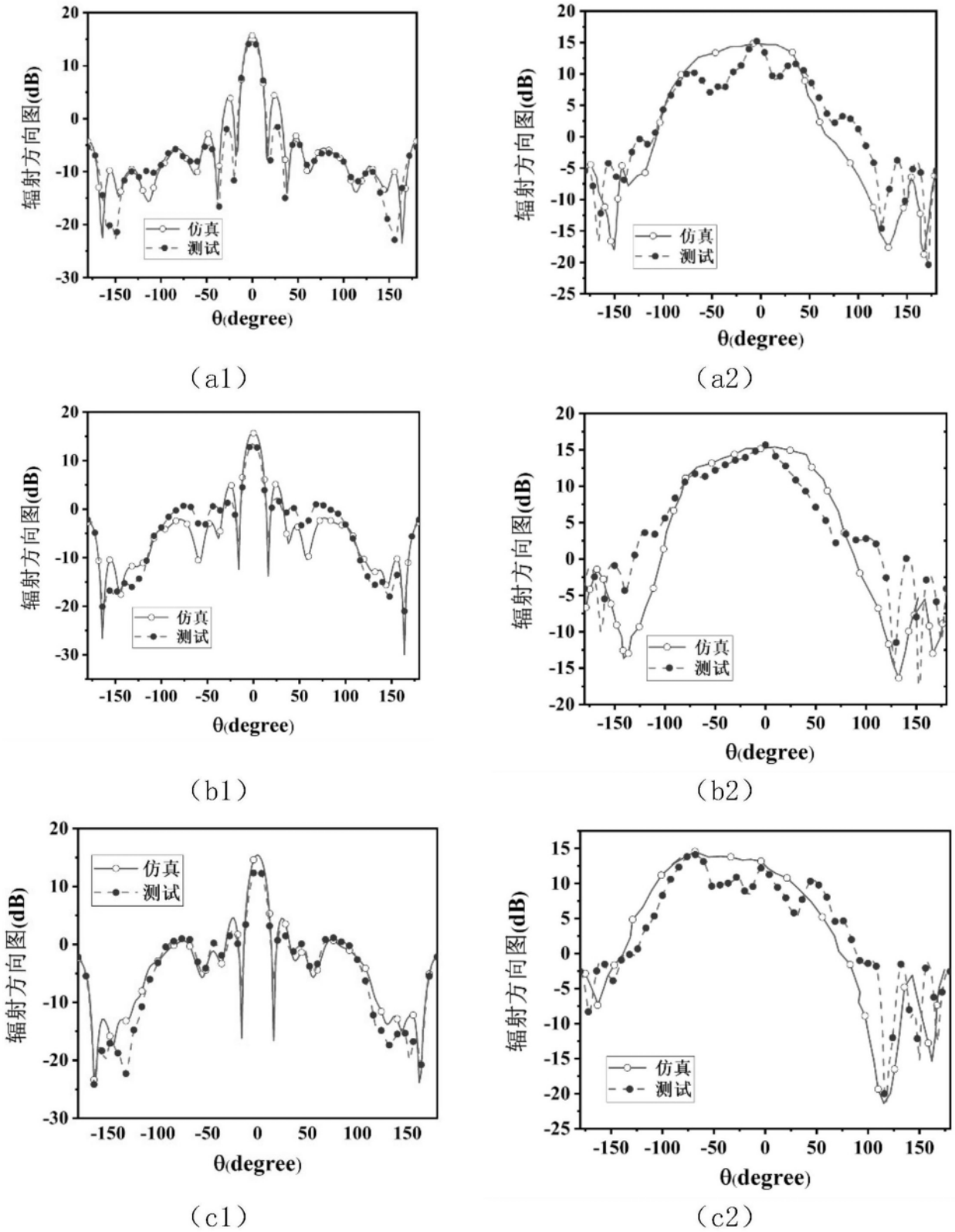


图6