



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114204285 A

(43) 申请公布日 2022.03.18

(21) 申请号 202111571830.6

(22) 申请日 2021.12.21

(71) 申请人 中国人民解放军陆军工程大学
地址 210007 江苏省南京市秦淮区后标营路88号

(72) 发明人 马文宇 曹文权 张邦宁 王闯
李丹华

(74) 专利代理机构 北京力量专利代理事务所
(特殊普通合伙) 11504
代理人 王鸿远

(51) Int. Cl.

H01Q 21/06 (2006.01)

H01Q 21/00 (2006.01)

H01Q 1/24 (2006.01)

H01Q 1/00 (2006.01)

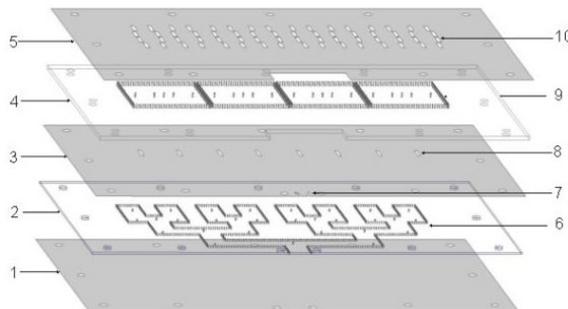
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种具有高增益低旁瓣电平特性的毫米波阵列天线

(57) 摘要

一种具有高增益低旁瓣电平特性的毫米波阵列天线,包括GCPW馈电结构、一分四功分器和四元基于SIW谐振腔 TE_{440} 模的缝隙漏波天线阵;沿下层介质板长度方向的上、下表面分别覆盖下金属面、金属地,下金属面刻蚀有四组周期排列的耦合缝隙对及GCPW馈电结构;一分四功分器对称地置于下层介质板上,沿上层介质板的外周均匀刻蚀一组金属化通孔;四元基于SIW谐振腔 TE_{440} 模的缝隙漏波天线阵位于上层介质板,上层介质板刻蚀有四组周期排列的金属化通孔阵。本发明采用GCPW侧面馈电实现对平面天线的有效激励,馈电形式简单,实现了具有超低旁瓣电平的高增益特性,在未来5G移动通信、卫星通信、毫米波通信等系统中具有潜在的应用价值。



1. 一种具有高增益低旁瓣电平特性的毫米波阵列天线,其特征在于:包括上下两层介质板、GCPW馈电结构、一分四功分器和四元基于SIW谐振腔 TE_{440} 模的缝隙漏波天线阵;

沿下层介质板长度方向的上、下表面分别覆盖下金属面、金属地,下金属面刻蚀有四组周期排列的耦合缝隙对及GCPW馈电结构;一分四功分器对称地置于下层介质板上,沿上层介质板的外周均匀刻蚀一组金属化通孔;四元基于SIW谐振腔 TE_{440} 模的缝隙漏波天线阵位于上层介质板,上层介质板刻蚀有四组周期排列的金属化通孔阵,上层介质板上表面覆盖上金属面,上金属面刻蚀有四组 4×4 元缝隙阵;

所述上层介质板下侧中央位置刻蚀一块凹槽,用于放置End Launch连接器,实现GCPW侧面馈电;

所述上、下两层介质板对正放置,周围对应刻蚀一组圆形空气化通孔,用于塑料螺钉固定叠放。

2. 根据权利要求1所述的具有高增益低旁瓣电平特性的毫米波阵列天线,其特征在于,上述上下两层介质板为同种介质基板,相对介电常数2.2,损耗角正切0.0009,长度均为112.1mm,宽度均为63.4mm,上、下两层介质板的厚度分别为1mm、0.5mm;所述的上层介质板下侧中央位置刻蚀凹槽的尺寸为20mm \times 6mm。

3. 根据权利要求1所述的具有高增益低旁瓣电平特性的毫米波阵列天线,其特征在于,上述一分四功分器由沿介质板均匀刻蚀的一组金属化通孔组成,对称地置于下层介质板上,金属化通孔半径为0.15mm。

4. 根据权利要求1所述的具有高增益低旁瓣电平特性的毫米波阵列天线,其特征在于,上述四元基于SIW谐振腔 TE_{440} 模的缝隙漏波天线阵位于上层介质板,上层介质板刻蚀有四组周期排列的金属化通孔阵,金属化通孔半径为0.15mm。

5. 根据权利要求1所述的具有高增益低旁瓣电平特性的毫米波阵列天线,其特征在于,上述金属地的长为112.1mm,宽为63.4mm。

6. 根据权利要求1所述的具有高增益低旁瓣电平特性的毫米波阵列天线,其特征在于,上述下金属面刻蚀有四组周期排列的耦合缝隙对,耦合缝隙长4.6mm,宽0.7mm,每组缝隙对距离为20.7mm,缝隙对之间的距离为10mm。

7. 根据权利要求1所述的具有高增益低旁瓣电平特性的毫米波阵列天线,其特征在于,上述上金属面刻蚀有四组 4×4 元缝隙阵,缝隙长4.2mm,宽0.9mm,每组缝隙阵距离为20.7mm。

8. 根据权利要求1所述的一种具有高增益低旁瓣电平特性的毫米波阵列天线,其特征在于,上述上、下两层介质板周围对应刻蚀一组圆形空气化通孔,空气化通孔半径为1mm,空气化通孔的个数为11个。

一种具有高增益低旁瓣电平特性的毫米波阵列天线

技术领域

[0001] 本发明涉及一种缝隙漏波天线,尤其是一种具有高增益低旁瓣电平特性的毫米波阵列天线。

[0002]

背景技术

[0003] 大系统容量、高数据率、低延迟和大规模设备连接是第五代(5G)移动通信技术的性能目标。和日益拥挤的6GHz以下的频段相比,5G毫米波(mmW)频段具有更丰富的频谱资源和可用区域。但是毫米波天线存在传输损耗大、结构尺寸小、加工精度高及加工成本高等缺点。

[0004] 在高增益毫米波天线的设计过程中,一般来说,阵元数越多,增益越高,然而馈电网络就越复杂,传输损耗就越大。如果可以采用一款“大”的天线单元能同时代替多个传统单元的辐射效果,则可以减少单元数量,从而简化馈电网络,减少馈电损耗。因此,电大(ELP)尺寸天线的概念得以提出。电大尺寸天线突破了传统谐振天线尺寸(半波长)的限制,天线尺寸能超过一个波长,甚至多个波长。

[0005] 然而,当天线单元尺寸大于半个工作波长时,阵元间距增大,将会导致天线阵逐渐产生高的旁瓣电平。高旁瓣电平的产生将会抑制天线的工作效率,降低通信质量。因此,研究具有低旁瓣电平的高增益毫米波天线阵就显得十分有意义。

[0006] 因此,如何设计上述高性能的天线,成为新的关注点。虽然可以采用不同的方法实现高增益毫米波天线,但是既要降低复杂传输线带来的损耗,又要实现低旁瓣特性,对天线设计提出了苛刻的要求。特别是要保证结构的紧凑性,又要实现单元之间的低互耦特性,成为了天线工程师们亟待解决的难题。

[0007]

发明内容

[0008] 发明目的:一种具有高增益低旁瓣电平特性的毫米波阵列天线,以解决现有技术的问题。

[0009] 技术方案:一种具有高增益低旁瓣电平特性的毫米波阵列天线,包括上下两层介质板、GCPW馈电结构、一分四功分器和四元基于SIW谐振腔 TE_{440} 模的缝隙漏波天线阵;

沿下层介质板长度方向的上、下表面分别覆盖下金属面、金属地,下金属面刻蚀有四组周期排列的耦合缝隙对及GCPW馈电结构;一分四功分器对称地置于下层介质板上,沿上层介质板的外周均匀刻蚀一组金属化通孔;四元基于SIW谐振腔 TE_{440} 模的缝隙漏波天线阵位于上层介质板,上层介质板刻蚀有四组周期排列的金属化通孔阵,上层介质板上表面覆盖上金属面,上金属面刻蚀有四组 4×4 元缝隙阵;

所述上层介质板下侧中央位置刻蚀一块凹槽,用于放置End Launch连接器,实现GCPW侧面馈电;

所述上、下两层介质板对正放置,周围对应刻蚀一组圆形空气化通孔,用于塑料螺钉固定叠放。

[0010] 优选的是,本发明的上下两层介质板为同种介质基板,相对介电常数2.2,损耗角正切0.0009,长度均为112.1mm,宽度均为63.4mm,上、下两层介质板的厚度分别为1mm、0.5mm。所述的上层介质板下侧中央位置刻蚀凹槽的尺寸为20mm×6mm。

[0011] 优选的是,本发明的一分四功分器由沿介质板均匀刻蚀的一组金属化通孔组成,对称地置于下层介质板上,金属化通孔半径为0.15mm。

[0012] 优选的是,本发明的四元基于SIW谐振腔 TE_{440} 模的缝隙漏波天线阵位于上层介质板,上层介质板刻蚀有四组周期排列的金属化通孔阵,金属化通孔半径为0.15mm。

[0013] 优选的是,本发明的金属地的长为112.1mm,宽为63.4mm。

[0014] 优选的是,本发明的下金属面刻蚀有四组周期排列的耦合缝隙对,耦合缝隙长4.6mm,宽0.7mm,每组缝隙对距离为20.7mm,缝隙对之间的距离为10mm。

[0015] 优选的是,本发明的上金属面刻蚀有四组4×4元缝隙阵,缝隙长4.2mm,宽0.9mm,每组缝隙阵距离为20.7mm。

[0016] 优选的是,本发明的上、下两层介质板周围对应刻蚀一组圆形空气化通孔,空气化通孔半径为1mm,空气化通孔的个数为11个。

[0017] 有益效果:本发明设计实现了一款双层介质板的高增益低旁瓣毫米波阵列天线,结构简单,易加工实现,具有低剖面、易与平面电路集成的优点,在5G移动通信、卫星通信、毫米波通信等系统中具有潜在的应用价值。本发明采用基于SIW谐振腔 TE_{440} 模的缝隙漏波天线具有电大尺寸特性,在实现高增益性能的同时,大大减少了辐射单元数量,实现简化馈电网络,减少馈电损耗的目的。下层介质板的一分四同相不等幅功分器,可以改善天线的辐射特性,大大降低天线的旁瓣电平,从而实现低旁瓣高增益辐射性能;四元基于SIW谐振腔 TE_{440} 模的缝隙漏波天线阵,能实现较好的交叉极化特性。

[0018]

附图说明

[0019] 图1为本发明的三维整体结构图。

[0020] 图2为图1组合后的俯视图。

[0021] 图3为图1组合后的侧视图。

[0022] 图4为本发明的反射系数曲线图。

[0023] 图5为本发明的主极化方向图。

[0024] 图6为本发明的交叉极化方向图。

[0025] 其中:1、金属地,2、下层介质板,3、下金属面,4、上层介质板,5、上金属面,6、一分四功分器,7、GCPW馈电结构,8、四组周期排列的耦合缝隙对,9、四组周期排列的金属化通孔阵,10、四组周期排列的4×4元缝隙阵,11、上、下两层介质板对应刻蚀一组圆形空气化通孔。

[0026]

具体实施方式

[0027] 如图1、图2、图3所示,一种基于具有高增益低旁瓣电平特性的毫米波阵列天线,上下两层介质板、GCPW馈电结构、一分四功分器和四元基于SIW谐振腔 TE_{440} 模的缝隙漏波天线阵。

[0028] 本发明具有紧凑型结构,由上下两层介质板组成,下层介质板2上、下表面分别覆盖下金属面3、金属地1,下金属面3刻蚀有四组周期排列的耦合缝隙对8及GCPW馈电结构7,所述一分四功分器6对称地置于下层介质板2上,沿介质板均匀刻蚀一组金属化通孔11;所述四元基于SIW谐振腔 TE_{440} 模的缝隙漏波天线阵位于上层介质板4,上层介质板4刻蚀有四组周期排列的金属化通孔阵9,上层介质板4上表面覆盖上金属面5,上金属面5刻蚀有四组 4×4 元缝隙阵10。

[0029] 所述上层介质板4下侧中央位置刻蚀一块凹槽,便于后期该位置放置End Launch连接器,可以实现GCPW侧面馈电,完成对平面天线的有效激励;

所述上、下两层介质板对正放置,周围对应刻蚀一组圆形空气化通孔11,后期可由塑料螺钉固定叠放。

[0030] 在进一步的实施例中,所述上下两层介质板为同种介质基板,相对介电常数2.2,损耗角正切0.0009,长度均为112.1mm,宽度均为63.4mm,上、下两层介质板的厚度分别为1mm、0.5mm。如图2所示,在所述的上层介质板下侧中央位置刻蚀凹槽的尺寸为20mm \times 6mm。

[0031] 在进一步的实施例中,所述一分四功分器6由沿介质板均匀刻蚀的一组金属化通孔组成,对称地置于下层介质板2上,金属化通孔半径为0.15mm。

[0032] 在进一步的实施例中,所述四元基于SIW谐振腔 TE_{440} 模的缝隙漏波天线阵位于上层介质板4,上层介质板4刻蚀有四组周期排列的金属化通孔阵,金属化通孔9的半径为0.15mm。

[0033] 在进一步的实施例中,所述下层介质板2的金属地1的长为112.1mm,宽为63.4mm。

[0034] 在进一步的实施例中,所述下层介质板2的下金属面3刻蚀有四组周期排列的耦合缝隙对,耦合缝隙长4.6mm,宽0.7mm,每组缝隙对距离为20.7mm,缝隙对之间的距离为10mm。

[0035] 在进一步的实施例中,所述上层介质板4的上金属面5刻蚀有四组 4×4 元缝隙阵,缝隙长4.2mm,宽0.9mm,每组缝隙阵距离为20.7mm。

[0036] 在进一步的实施例中,所述上、下两层介质板周围对应刻蚀一组圆形空气化通孔,空气化通孔半径为1mm,空气化通孔的个数为11个。

[0037] 在更进一步的实施例中,本发明的天线工作时,所述结构采用共面波导GCPW侧馈的方式进行激励。

[0038] 能量由50 Ω End Launch连接器的同轴探针输入,同轴探针的内部芯层连接所述下层介质板2的下金属面3刻蚀的GCPW馈电结构,所述下层介质板2的下金属面3与同轴探针的外部芯层连接。能量通过所述GCPW-SIW过渡结构沿所述一分四功分器6向辐射单元传输,辐射单元是所述四元基于SIW谐振腔 TE_{440} 模的缝隙漏波天线阵,由上层介质板刻蚀的周期排列的金属化通孔阵9和上层介质板的上金属面刻蚀的 4×4 元缝隙阵组成。位于所述下层介质板的一分四功分器6,通过所述下层介质板2的下金属面3刻蚀的四组周期排列的耦合缝隙对8缝隙耦合将能量传输到所述四元基于SIW谐振腔 TE_{440} 模的缝隙漏波天线阵中。

[0039] 如图1所示,所述基于SIW谐振腔 TE_{440} 模的缝隙漏波天线具有电大尺寸特性,在实现高增益性能的同时,大大减少了辐射单元数量,实现简化馈电网络,减少馈电损耗的目

的。

[0040] 一方面,如图4所示,在26.7GHz到27.8GHz的频带范围内,所述阵列天线的反射系数(S11)小于-10dB,说明所述阵列天线匹配良好的工作频段覆盖26.7GHz到27.8GHz的频带范围。

[0041] 另一方面,结合图5和图6所示,所述下层介质板的一分四同相不等幅功分器,可以改善天线的辐射特性,大大降低天线的旁瓣电平,从而实现低旁瓣高增益辐射性能;所述四元基于SIW谐振腔 TE_{440} 模的缝隙漏波天线阵,能实现较好的交叉极化特性。图5和图6分别为所述阵列天线在 $\Phi=0^\circ$ 面和 $\Phi=90^\circ$ 面上的二维远场辐射方向图(实线为主极化方向图曲线,虚线代表交叉极化方向图曲线)。可以看到,天线最大增益达到21.5dBi,天线在 $\Phi=0^\circ$ 面内的旁瓣电平为-19dB,交叉极化达到37.8dB;而天线在 $\Phi=90^\circ$ 面内的旁瓣电平为-20.8dB,交叉极化达到37.8dB。

[0042] 总之,本发明具有以下优点:通过50 Ω End Launch连接器实现对平面天线的有效激励,使得阵列天线具有简单又方便的馈电方式,加工、固定、测试非常方便;GCPW-SIW过渡结构除了能够实现良好的阻抗匹配之外,还具有相较于微带传输线在毫米波段的低损耗特性;一分四同相不等幅功分器,能够改善天线的辐射特性,实现超低的旁瓣电平;基于SIW谐振腔 TE_{440} 模的漏波结构,能够实现较好的天线增益和低旁瓣、低交叉极化特性。本发明设计实现了一款双层介质板的高增益低旁瓣毫米波阵列天线,结构简单,易加工实现,具有低剖面、易与平面电路集成的优点,在5G移动通信、卫星通信、毫米波通信等系统中具有潜在的应用价值。

[0043] 另外需要说明的是,在上述具体实施方式中所描述的各个具体技术特征,在不矛盾的情况下,可以通过任何合适的方式进行组合。为了避免不必要的重复,本发明对各种可能的组合方式不再另行说明。

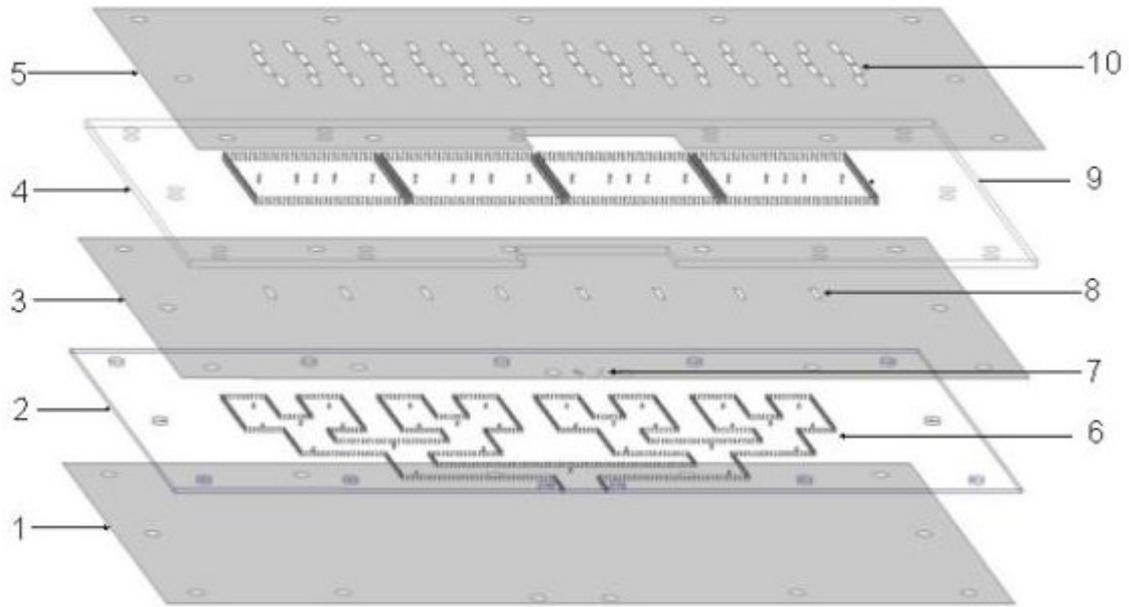


图1

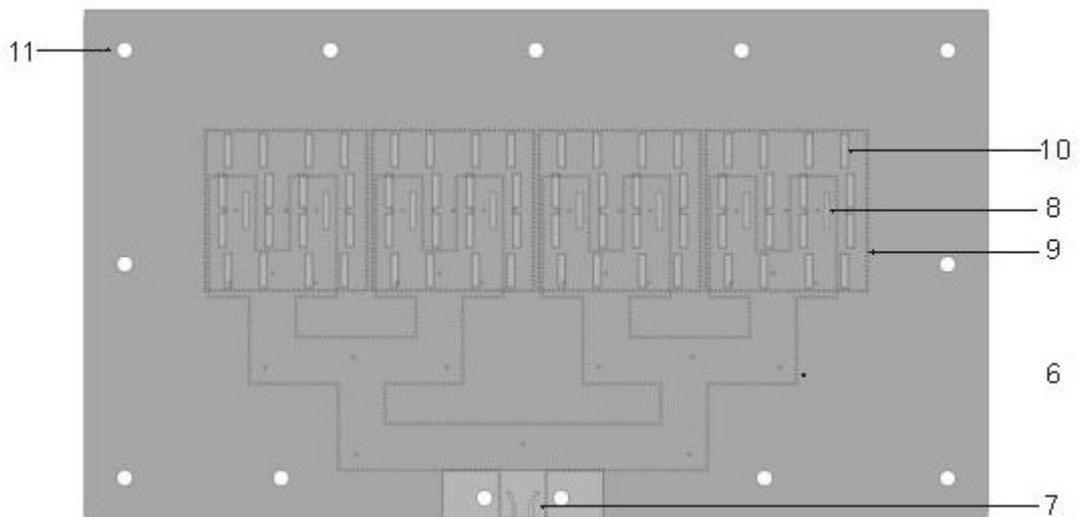


图2

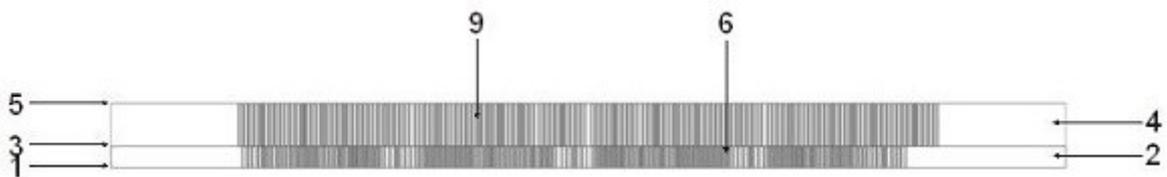


图3

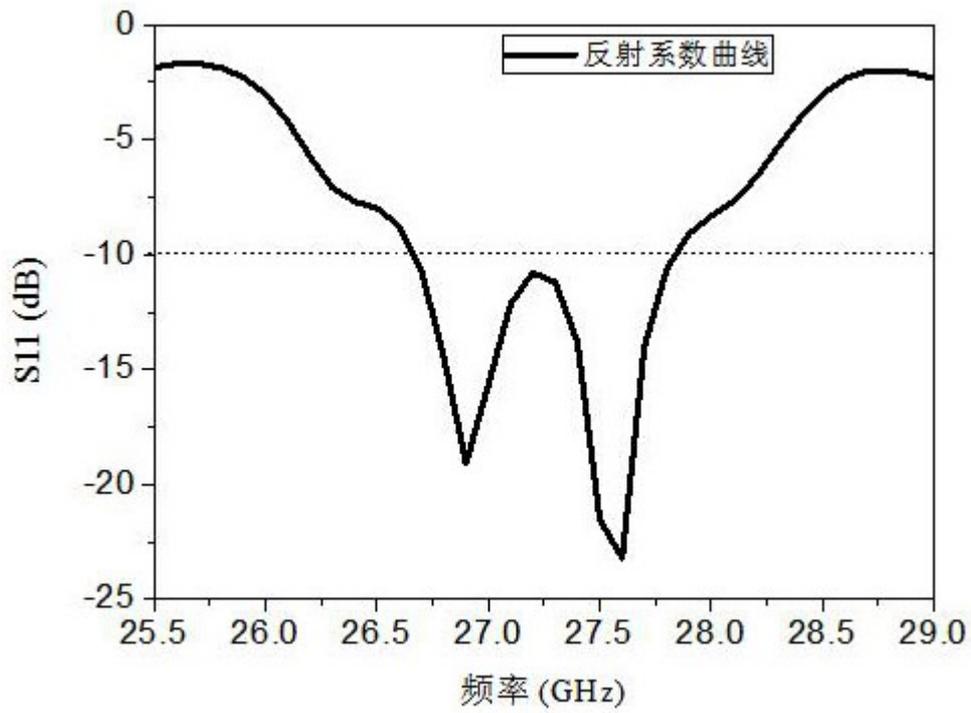


图4

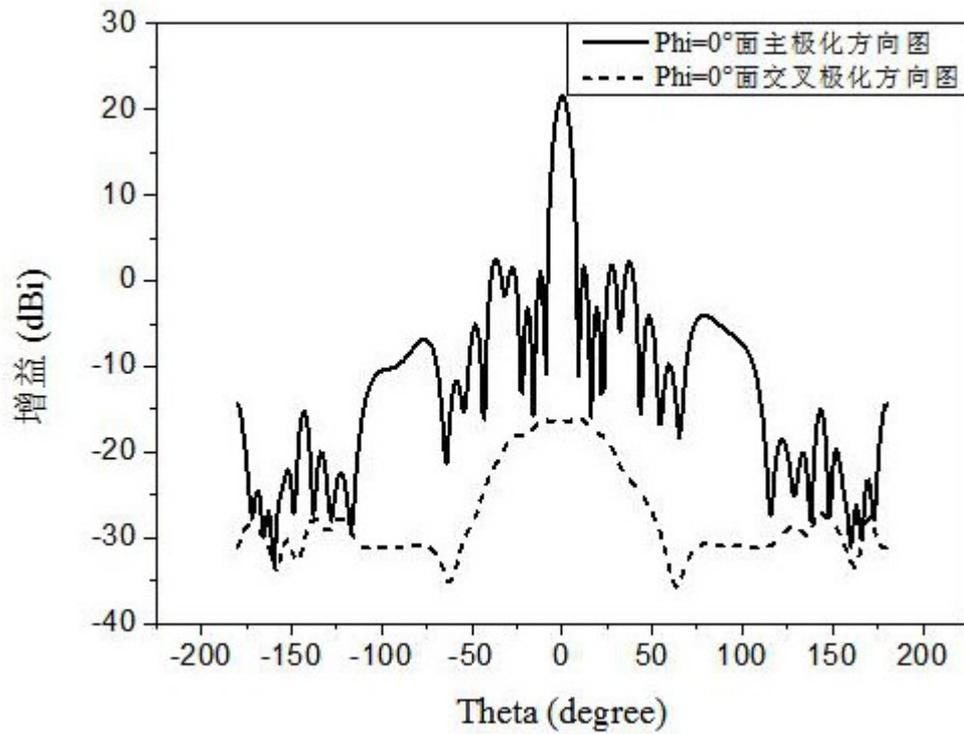


图5

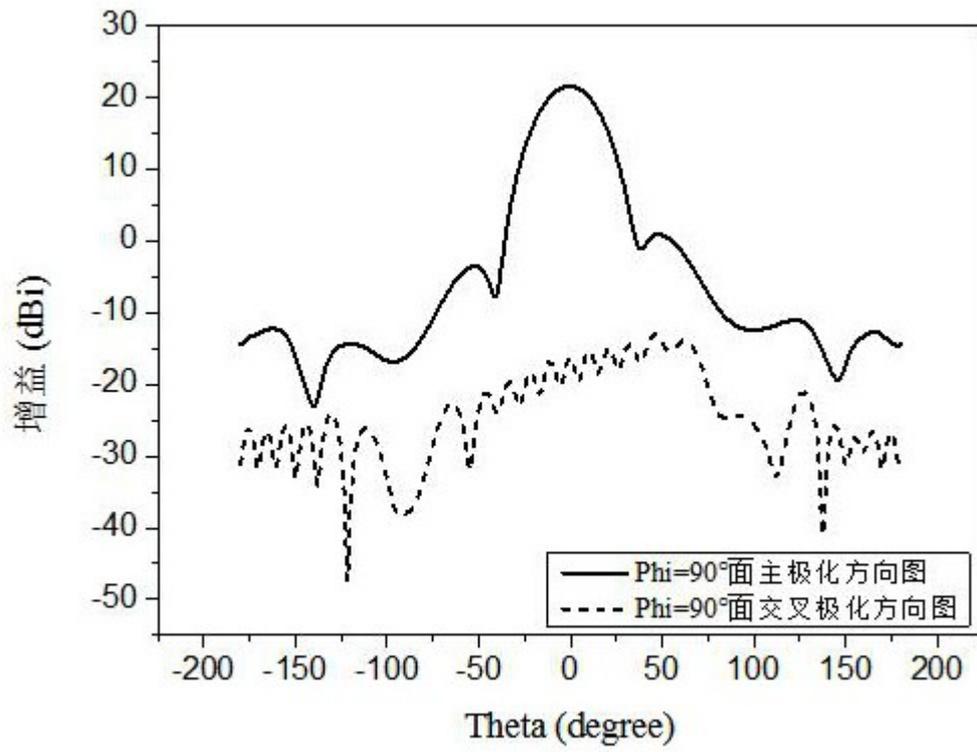


图6