



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 218300238 U

(45) 授权公告日 2023. 01. 13

(21) 申请号 202222247185.9

(22) 申请日 2022.08.25

(73) 专利权人 胡南

地址 100084 北京市海淀区农大南路1号硅谷亮城5号楼406室

(72) 发明人 胡南

(74) 专利代理机构 河北冀华知识产权代理有限公司 13151

专利代理师 王占华

(51) Int. Cl.

H01Q 1/38 (2006.01)

H01Q 1/52 (2006.01)

H01Q 3/32 (2006.01)

H01Q 15/14 (2006.01)

H01Q 15/24 (2006.01)

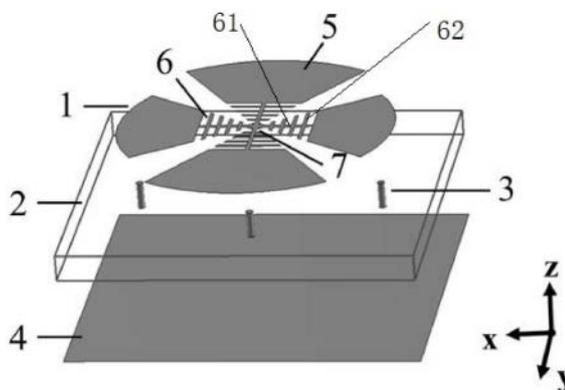
权利要求书1页 说明书4页 附图5页

(54) 实用新型名称

毫米波小型化圆极化反射阵天线

(57) 摘要

本实用新型公开了一种毫米波小型化圆极化反射阵天线,涉及通信用天线技术领域。所述天线包括若干个天线单元,所述天线单元单元包括介质层,所述介质层的上表面形成有第一金属层,所述介质层的下表面形成有第二金属层,所述第一金属层与所述第二金属层之间通过位于介质板内的金属化通孔进行互联;所述第一金属层包括十字扇形电偶极子结构,所述十字扇形电偶极子结构包括四个呈圆周设置的扇形电偶极子贴片,每个所述电偶极子贴片的端部形成有一个鱼骨形贴片结构。所述天线损耗低、体积小、能够实现360°相位全覆盖。



1. 一种毫米波小型化圆极化反射阵天线,其特征在于:包括若干个天线单元,所述天线单元包括介质层(2),所述介质层(2)的上表面形成有第一金属层(1),所述介质层(2)的下表面形成有第二金属层(4),所述第一金属层(1)与所述第二金属层(4)之间通过位于介质层(2)内的金属化通孔(3)进行互联;所述第一金属层(1)包括十字扇形电偶极子结构(5),所述十字扇形电偶极子结构(5)包括四个呈圆周设置的扇形电偶极子贴片,每个所述电偶极子贴片的端部形成有一个鱼骨形贴片结构(6),所述鱼骨形贴片结构(6)包括一个第一金属条(61)以及若干个第二金属条(62),所述第一金属条(61)的一端与对应的扇形电偶极子贴片的内侧端部连接,所述第一金属条(61)的另一端与第一金属层圆心的方形贴片(7)连接,所述第二金属条(62)的长度从外到内逐渐减小,并与所述第一金属条(61)垂直连接;在十字扇形电偶极子结构(5)的x方向与y方向臂长上分别刻蚀5对方形槽,构造成所述鱼骨形贴片结构(6),进而改变电偶极子结构表面上电流路径,实现小型化;在十字扇形电偶极子结构(5)圆心处加入方形贴片(7),用于减少相互耦合的变化,并在单元旋转时保持稳定的单元性能。

2. 如权利要求1所述的毫米波小型化圆极化反射阵天线,其特征在于:所述十字扇形电偶极子结构(5)通过刻蚀工艺形成。

3. 如权利要求1所述的毫米波小型化圆极化反射阵天线,其特征在于:所述扇形电偶极子贴片为呈非对称的十字设置。

4. 如权利要求1所述的毫米波小型化圆极化反射阵天线,其特征在于:所述金属化通孔(3)是4组圆柱形金属连接杆,用于连接第一金属层(1)和第二金属层(4),提高反射幅度并扩大反射阵列单元相移范围。

5. 如权利要求1所述的毫米波小型化圆极化反射阵天线,其特征在于:所述介质层(2)使用厚度为0.50 mm的介电常数 ϵ_r 为2.2的F4B220。

6. 如权利要求1所述的毫米波小型化圆极化反射阵天线,其特征在于:所述天线单元的尺寸为 $0.3\lambda_0 \times 0.3\lambda_0 \times 0.15\lambda_0$ 。

7. 如权利要求1所述的毫米波小型化圆极化反射阵天线,其特征在于:通过调整十字扇形电偶极子结构(5)的x方向和y方向臂长,用于控制两个正交线极化入射的反射相位,产生 180° 的相位差且不随频率变化,十字扇形电偶极子结构(5)中其x方向和y方向的扇形电偶极子贴片的圆心角都为 67° 。

8. 如权利要求1所述的毫米波小型化圆极化反射阵天线,其特征在于:所述天线单元的-1dB回波损耗的频带范围为 86.6GHz-110.0GHz,所述天线单元的反射幅度最大损耗为-0.84 dB。

毫米波小型化圆极化反射阵天线

技术领域

[0001] 本实用新型涉及通信用天线技术领域,尤其涉及一种毫米波小型化圆极化反射阵天线。

背景技术

[0002] 反射阵列天线作为空间馈电天线家族的典型代表,在过去的几十年里受到了广泛的研究关注和广泛的探索。空间馈电天线不再需要与相控阵相关的复杂馈电网络,这一事实使得反射阵列的设计和实现变得更加容易且耗时更少。此外,印刷电路板技术的使用和微带定相元件的实用新型使得所设计的反射阵列天线具有更好的成本效益且易于制造。基于这些优点,反射阵列天线具有广阔的研究价值与应用价值。

[0003] 圆极化天线可用于实现极化分集以及防止由于两个线极化发射和接收天线之间可能的未对准而导致的信号损失。反射阵列天线产生远场圆极化辐射的方法可分为两大类。第一种方法采用可变尺寸单元或具有可变长度延迟线的单元来调整反射圆极化波的相位。另一种方法为单元旋转方法,因其相对简单成为设计圆极化反射阵列的最实用方法。微细加工技术的发展,极大的减小了无线通信系统中各种元器件的尺寸,但是天线尺寸的小型化仍然富有挑战性。常见的无线通信标准如Wi-Fi、WiMAX等频率范围常在700MHz到6GHz之间,常规的天线尺寸为二分之一波长,因此在这些通信标准中较低频段工作的天线尺寸会相对较大。此外,天线的小型化可以为厂商有效地降低生产原料成本。由此可见,小型化天线的研究对于无线通信的发展具有十分重要的意义。

[0004] 当前,随着6GHz以下频段的微波频谱资源愈发紧缺,在全球范围内,30GHz到300GHz范围内的毫米波频谱资源越来越引起人们的重视。毫米波频段内含有的丰富频谱资源,不仅可以有效地解决当前无线通信系统中频谱资源紧张的问题,而且还可以使得超高速率的无线通信技术成为可能。而针对实际的应用场景,具有宽频带特性、圆极化特性和小型化特性的毫米波阵列天线设计正不断成为亟需解决的研究难点。

实用新型内容

[0005] 本实用新型所要解决的技术问题是如何提供一种损耗低、体积小、能够实现360°相位全覆盖的毫米波小型化圆极化反射阵天线。

[0006] 为解决上述技术问题,本实用新型所采取的技术方案是:一种毫米波小型化圆极化反射阵天线,其特征在于:包括若干个天线单元,所述天线单元包括介质层,所述介质层的上表面形成有第一金属层,所述介质层的下表面形成有第二金属层,所述第一金属层与所述第二金属层之间通过位于介质层内的金属化通孔进行互联;所述第一金属层包括十字扇形电偶极子结构,所述十字扇形电偶极子结构包括四个呈圆周设置的扇形电偶极子贴片,每个所述电偶极子贴片的端部形成有一个鱼骨形贴片结构,所述鱼骨形贴片结构包括一个第一金属条以及若干个第二金属条,所述第一金属条的一端与对应的扇形电偶极子贴片的内侧端部连接,所述第一金属条的另一端与第一金属层圆心的方形贴片连接,所述第

二金属条的长度从外到内逐渐减小,并与所述第一金属条垂直连接;在十字扇形电偶极子结构圆心处加入方形贴片,用于减少相互耦合的变化,并在单元旋转时保持稳定的单元性能;所述金属孔是4组圆柱形金属连接杆,用于连接第一金属层和第二金属层,提高反射幅度并扩大反射阵列单元相移范围。

[0007] 优选的,所述十字扇形电偶极子结构通过刻蚀工艺形成。

[0008] 进一步的技术方案在于:所述扇形电偶极子贴片为呈非对称的十字设置。

[0009] 进一步的技术方案在于:在十字扇形电偶极子结构的x方向与y方向臂长上分别刻蚀对方形槽,构造鱼骨形结构,进而改变电偶极子结构表面上电流路径,实现小型化。

[0010] 优选的,所述介质层厚度使用0.50 mm的介电常数 ϵ_r 为2.2的F4B220。

[0011] 优选的,所述天线单元的尺寸为 $0.3\lambda_0 \times 0.3\lambda_0 \times 0.15\lambda_0$ 。

[0012] 进一步的技术方案在于:通过调整十字扇形电偶极子结构的x方向和y方向臂长,用于控制两个正交线极化入射的反射相位,产生 180° 的相位差且不随频率变化,十字扇形电偶极子结构中其x方向和y方向的扇形电偶极子贴片的圆心角都为 67° 。

[0013] 优选的,所述天线单元的-1dB回波损耗的频带范围为 86.6GHz-110.0GHz,所述天线单元的反射幅度最大损耗为-0.84 dB。

[0014] 采用上述技术方案所产生的有益效果在于:本实用新型所述阵天线中的天线单元采用了一种具有非对称的十字扇形双极化电偶极子结构来控制两个正交线极化的反射相位,产生 180° 的相位差,在毫米波频段实现不随频率变化的圆极化辐射,具有了不变频特性;采用了金属孔连接上下两层金属片,增加反射幅度,减小损耗,具有了低损耗特性;采用开槽的鱼骨形结构改变了偶极子结构表面上电流路径,实现了小型化;通过以单元几何中心为原点,旋转不同角度实现旋转调相,实现了 360° 相位全覆盖;

附图说明

[0015] 下面结合附图和具体实施方式对本实用新型作进一步详细的说明。

[0016] 图1为本实用新型所述天线中天线单元的分解结构示意图;

[0017] 图2为本实用新型所述天线单元在左旋圆极化入射下反射相位随旋转角度变化曲线图;

[0018] 图3为本实用新型所述天线单元在左旋圆极化入射下反射幅度与入射角度和旋转角度的关系曲线图;

[0019] 图4为本实用新型所述天线单元在工作频段内圆极化波的轴比变化示意图;

[0020] 图5为本实用新型所述阵天线的馈源结构示意图;

[0021] 图6a为本实用新型所述阵天线的侧视结构示意图;

[0022] 图6b为本实用新型所述阵天线的俯视结构示意图;

[0023] 图7为本实用新型所述阵天线在90.0 GHz频点处E面辐射方向图;

[0024] 图8为本实用新型所述阵天线在90.0 GHz频点处H面辐射方向图;

[0025] 其中:1、第一金属层;2、介质层;3、金属化通孔;4、第二金属层;5、十字扇形电偶极子结构;6、鱼骨形贴片结构;61、第一金属条;62、第二金属条;7、方形贴片。

具体实施方式

[0026] 下面结合本实用新型实施例中的附图,对本实用新型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实用新型的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本实用新型中的实施例,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,都属于本实用新型保护的范围。

[0027] 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本实用新型,但是本实用新型还可以采用其他不同于在此描述的其它方式来实施,本领域技术人员可以在不违背本实用新型内涵的情况下做类似推广,因此本实用新型不受下面公开的具体实施例的限制。

[0028] 本实用新型实施例公开了一种基于鱼骨形磁电偶极子的毫米波小型化圆极化反射阵天线,包括若干个天线单元,如图1所示,所述天线单元包括介质层2,所述介质层2的上表面形成有第一金属层1,所述介质层2的下表面形成有第二金属层4,所述第一金属层1与所述第二金属层4之间通过位于介质层2内的金属化通孔3进行互联;进一步的,如图1所示,所述第一金属层1包括十字扇形电偶极子结构5,所述十字扇形电偶极子结构5包括四个呈圆周设置的扇形电偶极子贴片,每个所述电偶极子贴片的端部形成有一个鱼骨形贴片结构6,所述鱼骨形贴片结构6包括一个第一金属条61以及若干个第二金属条62,所述第一金属条61的一端与对应的扇形电偶极子贴片的内侧端部连接,所述第一金属条61的另一端与第一金属层圆心的方形贴片7连接,所述第二金属条62的长度从外到内逐渐减小,并与所述第一金属条61垂直连接。

[0029] 所述第一金属层1是由刻蚀了方形槽的十字扇形电偶极子结构5和方形贴片7,参阅图1;所提出的第一金属层1沿xoy平面水平放置,呈非对称的十字扇形结构;通过调整十字扇形电偶极子结构5的两个臂长,可用于控制两个正交线极化的反射相位,产生 180° 的相位差且不随频率变化;在十字扇形电偶极子结构5的x方向与y方向臂长上分别刻蚀5对方形槽,构造鱼骨形结构,进而改变电偶极子结构表面上电流路径,实现小型化;在十字扇形电偶极子结构5圆心处加入方形贴片7,以减少相互耦合的变化,并在单元旋转时保持稳定的单元性能;

[0030] 在本实例中,十字扇形电偶极子结构5通过圆心处的方形贴片7进行连接,方形贴片7长度和宽度都为0.03 mm,其保证结构的稳定性;通过调整十字扇形电偶极子结构5的x方向和y方向臂长,两方向臂长的长度分别为0.39 mm和0.46 mm,可用于控制两个正交线极化入射的反射相位,产生 180° 的相位差且不随频率变化,十字扇形电偶极子结构5的x方向和y方向臂长,其x方向和y方向的圆心角都为 67° ;在十字扇形电偶极子结构5的x方向和y方向臂长上引入5对刻蚀的方形槽,通过开槽结构来增加电偶极子结构表面上电流的流动路程,以此实现结构的小型化,方形槽的长度和宽度分别为0.02 mm和0.01 mm,每对刻蚀的方形槽间距为0.01 mm;

[0031] 在本实例中,介质层厚度选取为0.15波长,即0.50 mm,介质层选取为介电常数 ϵ_r 为2.2的F4B220;

[0032] 所述金属化通孔3是一组直径为0.02 mm,高为0.50 mm 的圆柱形金属连接杆,分布在介质层2中,连接着第一金属层1和第二金属层4;通过在第一金属层1和第二金属层4中分别引入在x方向和y方向1对金属化通孔3,进而改变了第一金属层1上的电流分布。金属孔3的引入可提高反射幅度并扩大反射阵列单元相移范围;所述第二金属层4充当金属地以确

保能量完全反射;在实例中,第二金属层4长度和宽度取为0.30波长,即为1.00 mm。

[0033] 图2为本实用新型天线单元在90.0 GHz频点处的左旋圆极化入射下反射相位曲线图。可以看到,天线单元的反射相位随单元旋转角度近似成一条直线变化,该仿真结果验证基于鱼骨形磁电偶极子的毫米波小型化圆极化反射阵天线单元具有360°相位全覆盖特性和宽频带特性;

[0034] 图3为本实用新型天线单元在90.0 GHz频点处的左旋圆极化入射下反射幅度的曲线图。可以看到,单元在入射角度依次为0°、20°和30°情况下,单元的反射幅度具有较好的吻合度,且单元的反射幅度在单元旋转0°- 180°范围内,具有良好的稳定性,因此,该仿真结果验证基于鱼骨形磁电偶极子的毫米波小型化圆极化反射阵天线单元具有对入射角度和旋转角度不敏感的良好特性;

[0035] 图4为本实用新型所述天线单元在工作频段内圆极化波的轴比变化示意图。本实用新型提出的反射阵单元轴比带宽在65.6 GHz - 91.7 GHz的频带范围内轴比小于3 dB,圆极化程度高,3 dB轴比带宽为29 %;

[0036] 图5为本实用新型所述天线中的圆锥喇叭天线结构图,其由圆波导和喇叭结构波导两部分构成,逐渐张开的过渡段既可以保证波导与空间的良好匹配,又可以获得较大的口径尺寸,以加强辐射的方向性;本馈源为左旋圆极化激励;圆波导的直径为 $D1 = 1.00$ mm、长度为 $L1 = 2.00$ mm;喇叭结构波导的仰角为25°、长度为 $L2 = 2.50$ mm;

[0037] 图6a-6b为本实用新型所述反射阵天线的示意图。图6a为28×28单元阵列天线结构侧视图,为减少馈源遮挡的影响,矩形喇叭天线馈源采用20°偏置放置,馈源焦距为 $F = 25.0$ mm,阵列天线口径为 $D = 28.0$ mm,焦距比(F/D)为0.89;图6b为28×28单元阵列天线结构俯视图,所提出的28×28单元阵列天线口面由28×28个单元组成,单元间距为 $0.3 \lambda_0$,方框内的单元为被馈源遮挡的单元,本天线遮挡率为1.79%。为了获得高增益的聚焦光束,根据阵列理论,单元以几何中心旋转不同角度,以获得不同的圆极化反射相位,补偿空间馈源产生的相位延迟和出射方向的相位延迟;

[0038] 图7为本实用新型所述天线在90.0 GHz频点处E面左旋圆极化辐射方向图。可以看到,基于鱼骨形磁电偶极子的毫米波小型化圆极化反射阵天线在工作频点具有良好的增益方向图,半功率波束宽度为7.0°;

[0039] 图8为本实用新型所述阵天线在90.0 GHz频点处H面左旋圆极化辐射方向图。可以看到,基于鱼骨形磁电偶极子的毫米波小型化圆极化反射阵天线在工作频点具有良好的增益方向图,半功率波束宽度为7.0°;

[0040] 由上可知,本实用新型基于鱼骨形磁电偶极子的毫米波小型化圆极化反射阵天线具有360°相位全覆盖、宽频带、小型化的特性。

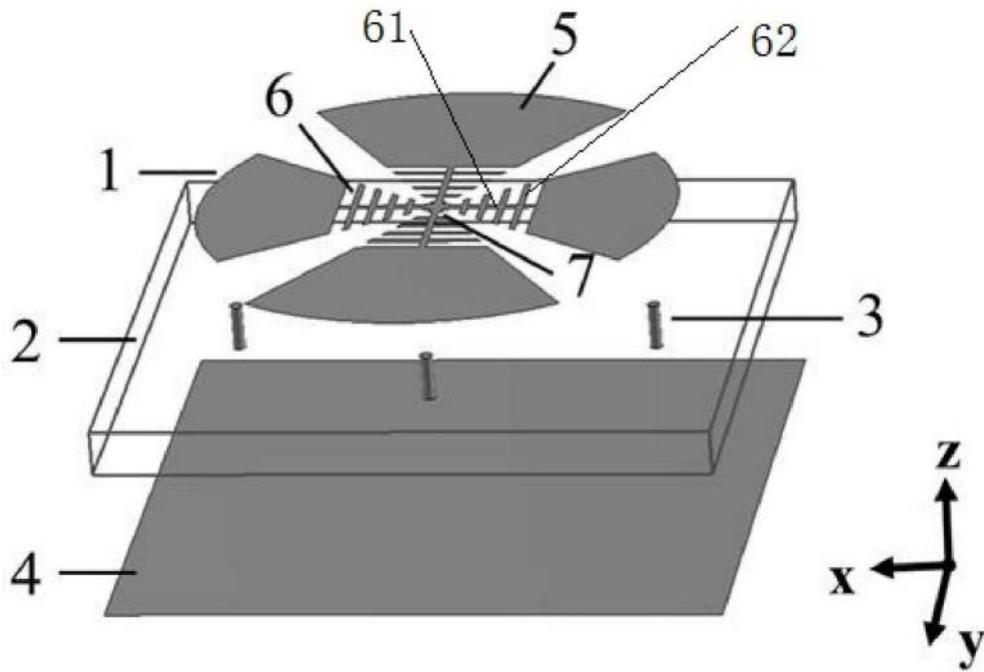


图1

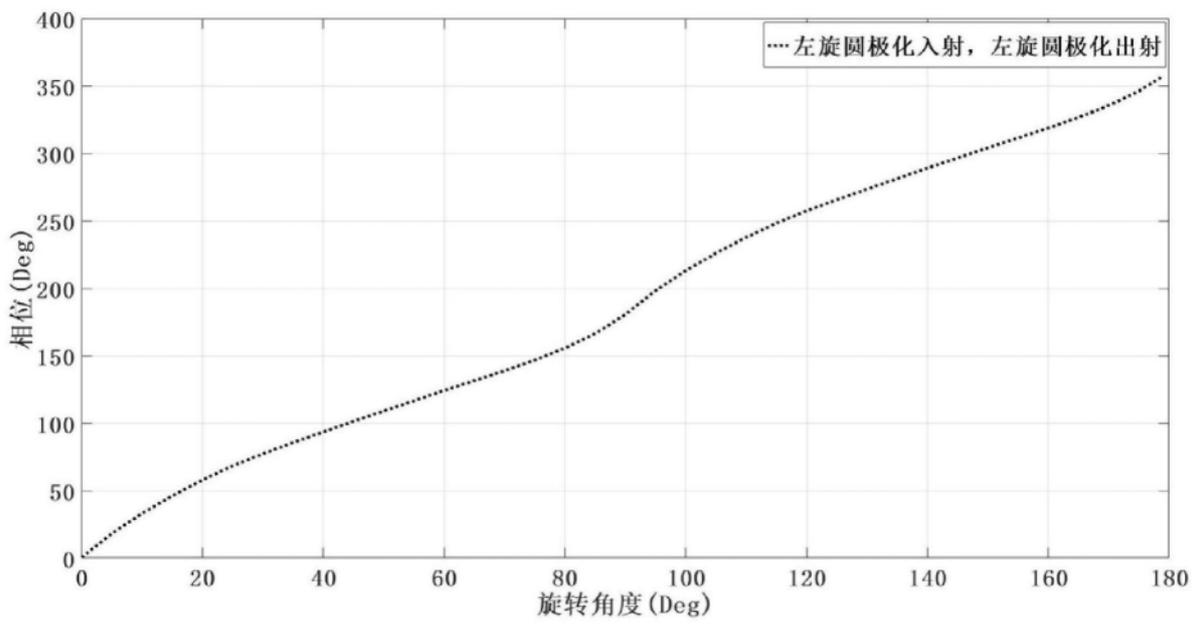


图2

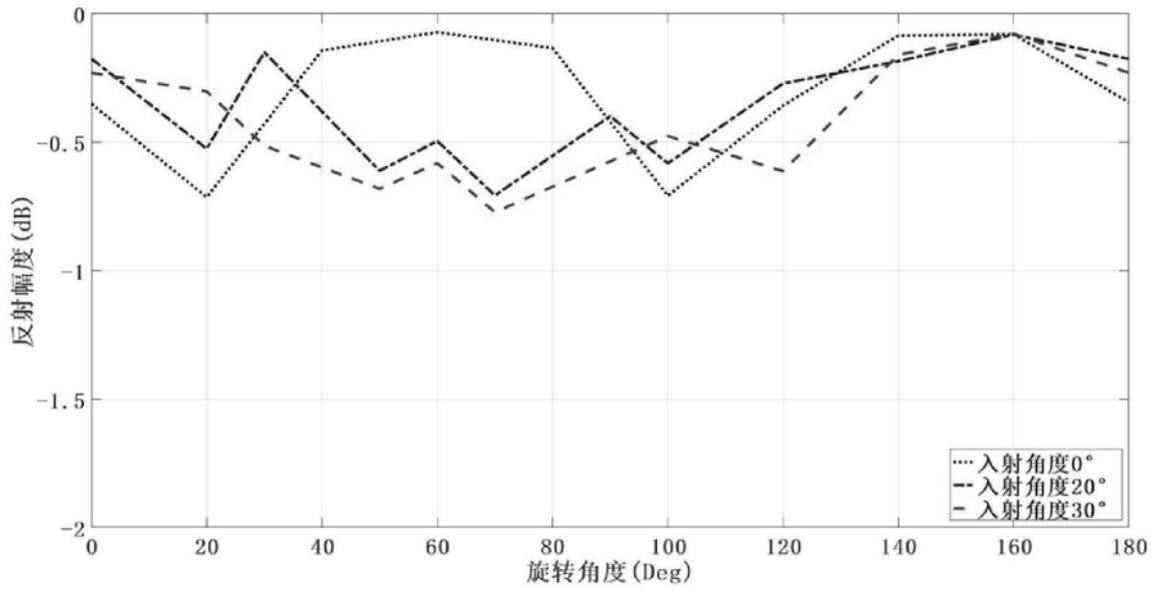


图3

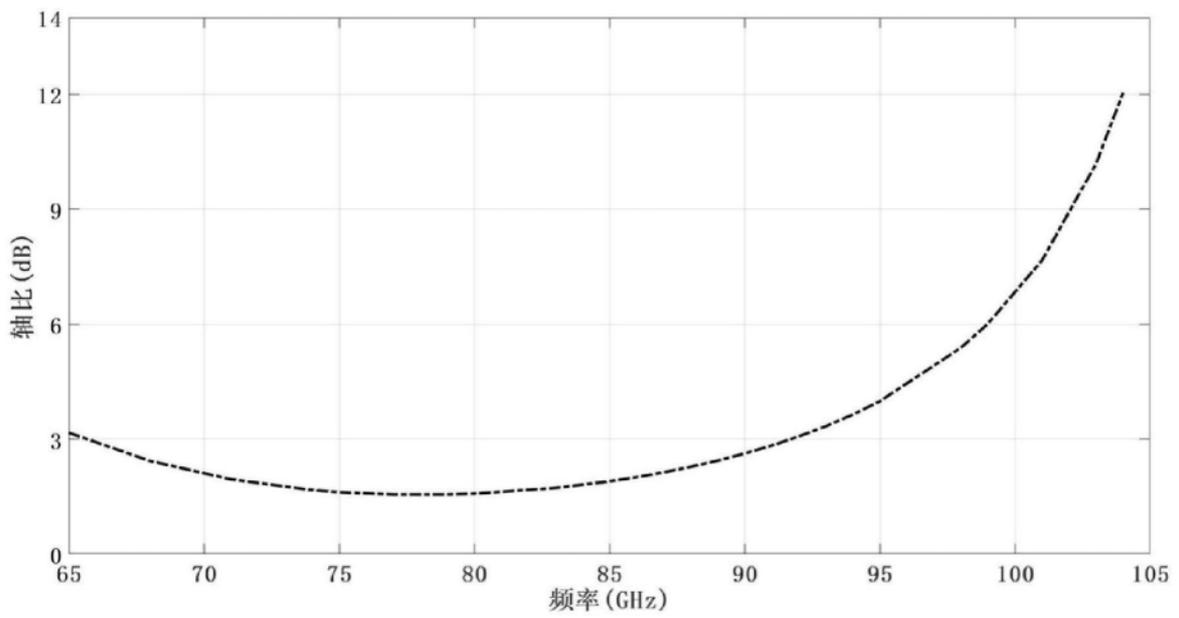


图4

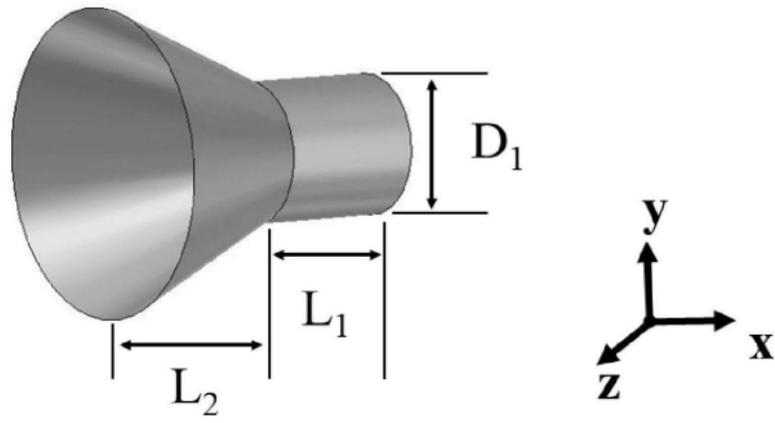


图5

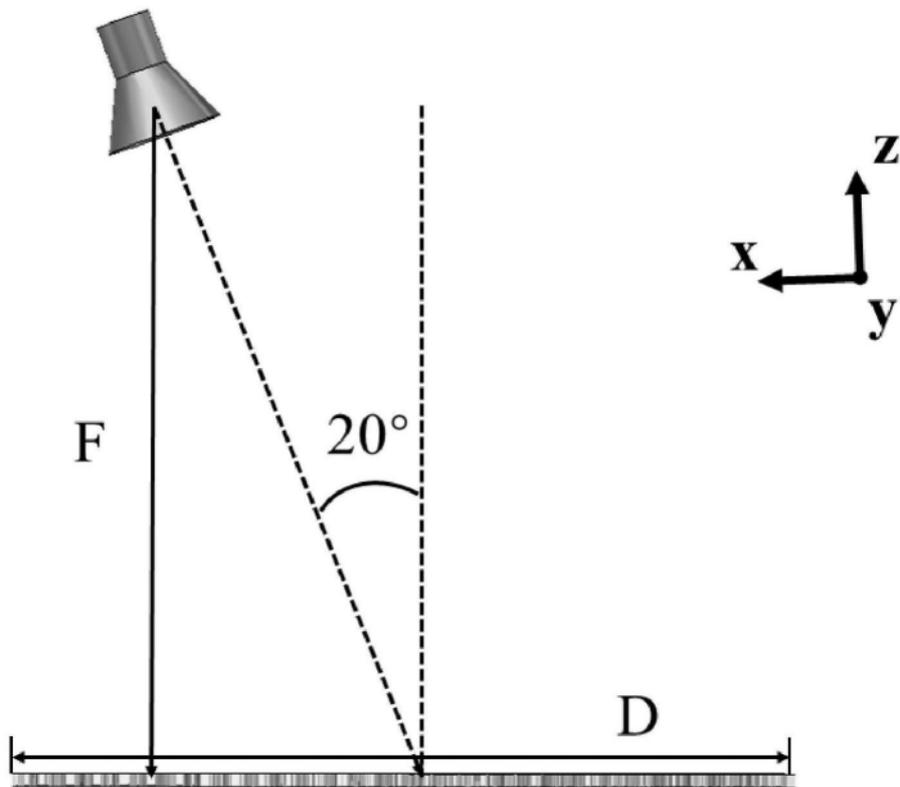


图6a

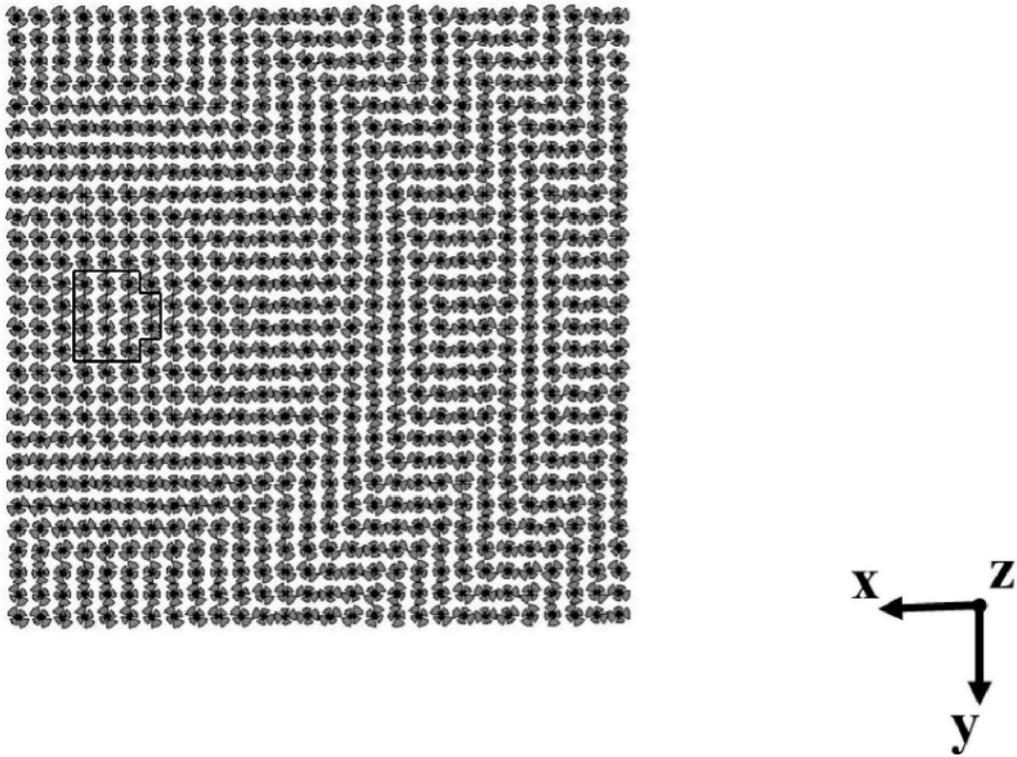


图6b

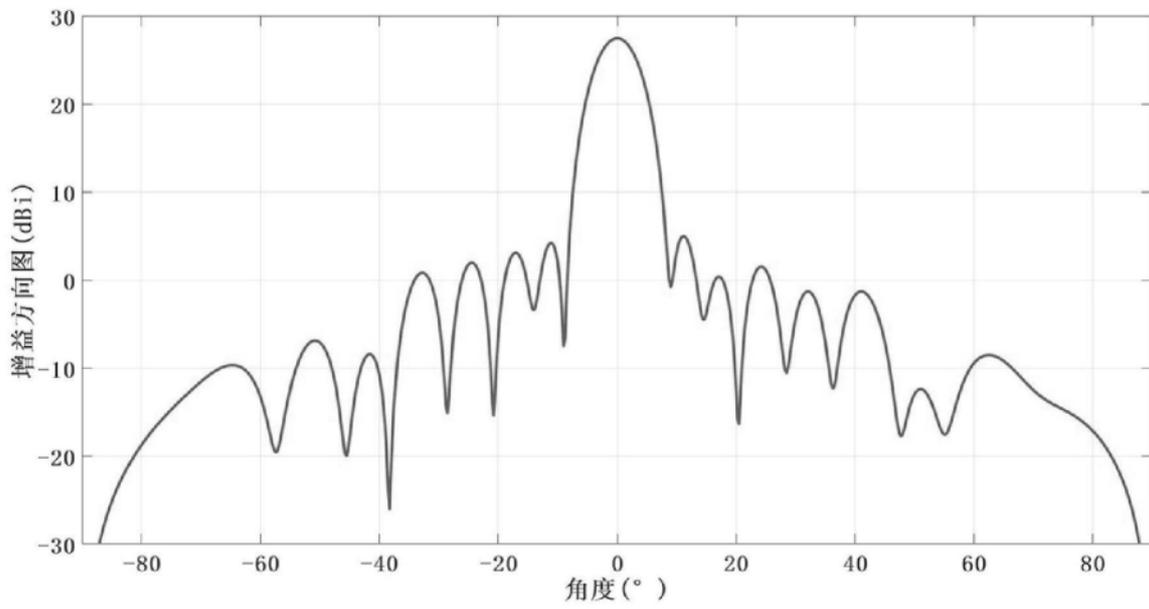


图7

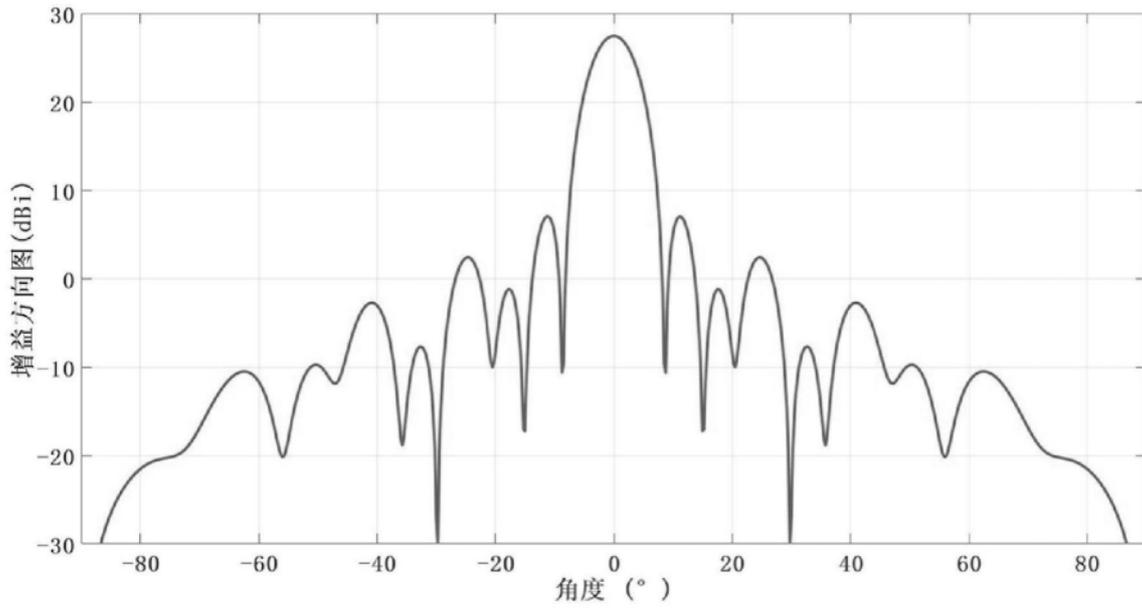


图8