



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101170214 B

(45) 授权公告日 2011. 10. 05

(21) 申请号 200710156689. 7

(22) 申请日 2007. 11. 12

(73) 专利权人 杭州电子科技大学

地址 310018 浙江省杭州市江干区下沙高教
园区 2 号大街

(72) 发明人 罗国清 孙玲玲

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务有限公
司 33200

代理人 张法高

(51) Int. Cl.

H01Q 1/38(2006. 01)

H01Q 13/10(2006. 01)

H01Q 13/06(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2005/0073460 A1, 2005. 04. 07, 全文 .

WO 2007/055028 A1, 2007. 05. 18, 全文 .

Guo Qing Luo et al. Filtenna Consisting

of Horn Antenna and Substrate Integrated
Waveguide Cavity FSS. 《IEEE TRANSACTIONS ON
ANTENNAS AND PROPAGATION》. 2007, 第 55 卷 (第
1 期), 92-98.

Guo Qing Luo et al. High Performance
Frequency Selective Surface Using Cascading
Substrate Integrated Waveguide Cavities.
《IEEE MICROWAVE AND WIRELESS COMPONENTS
LETTERS》. 2006, 第 16 卷 (第 12 期), 648-650.

审查员 李艳君

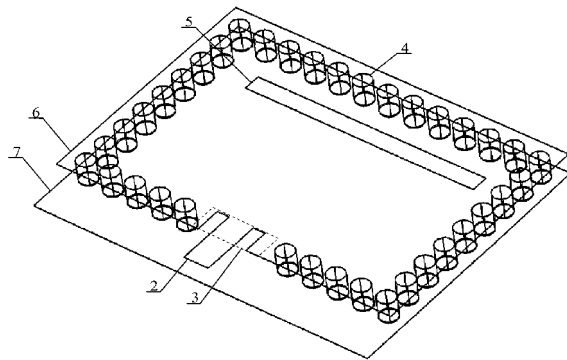
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 4 页

(54) 发明名称

尺寸缩减的低轮廓背腔线极化天线

(57) 摘要

本发明涉及一种尺寸缩减的低轮廓背腔线极化天线。传统线极化天线单个辐射单元的性能较低、体积大。本发明在介质基片的两面镀有金属层,上金属层蚀刻有用于馈电的微带线和共地共面波导传输线,共面波导传输线的中间金属条带向外延伸,作为微带线。贯穿上金属层、介质基片和下金属层开有排列为长方形的多个金属化通孔,形成腔体,共面波导传输线伸入腔体内。下金属层在对应腔体区域内蚀刻有一条宽边与腔体宽边平行且靠近腔体非馈电端宽边的长条形辐射缝隙。本发明采用普通的 PCB 工艺制作,制作成本显著降低,并可与微带电路实现无缝集成,提高了系统的集成度。与传统背腔天线需要精密的机械加工相比,制造速度快,成本低廉。



1. 尺寸缩减的低轮廓背腔线极化天线,包括介质基片,其特征在于:介质基片的两面镀有金属层,分别是上金属层和下金属层,其中下金属层作为地层;上金属层蚀刻有用于馈电的微带线和共面波导传输线,共面波导传输线是共地共面波导结构,其中间金属条带向外延伸,作为微带线;贯穿上金属层、介质基片和下金属层开有通孔,通孔内壁镀有金属,形成金属化通孔;多个金属化通孔顺序排列为长方形,形成长方形的基片集成波导腔体,基片集成波导腔体各边上的金属化通孔的孔间距相同,共面波导传输线由基片集成波导腔体的宽边伸入基片集成波导腔体内,其金属条带的中心线与基片集成波导腔体宽边的中心线重合;下金属层对应基片集成波导腔体的区域内蚀刻有一条长条形辐射缝隙,辐射缝隙与基片集成波导腔体的宽边平行,且与共面波导传输线的中间金属条带垂直;辐射缝隙以金属条带中心线为中心对称设置,且辐射缝隙设置在基片集成波导腔体馈电端对面的宽边附近,所述的基片集成波导腔体工作于最低阶的主模式谐振。

2. 如权利要求 1 所述的尺寸缩减的低轮廓背腔线极化天线,其特征在于所述的金属化通孔的直径小于天线工作的中心频率所对应空气波长的十分之一,金属化通孔的直径和基片集成波导腔体同一边上相邻两个金属化通孔的孔心距的比值大于 0.5。

尺寸缩减的低轮廓背腔线极化天线

技术领域

[0001] 本发明属于微波技术领域,涉及一种基于基片集成波导技术构成的尺寸缩减的低轮廓背腔线极化天线,可作为射频收发前端的天线,广泛应用于移动通信、卫星通信、雷达等无线通信系统,特别适合于接收信号弱,需要高增益天线的应用场合。

背景技术

[0002] 做为通信系统的关键部件,天线被广泛地应用于无线通信场合。天线性能的好坏直接决定了整个系统的性能。高性能的天线不但可以显著提高系统的性能,获取良好的接收效果,同时可以极大地缓解后续射频电路的指标压力,降低系统的成本。特别在雷达、卫星等空间应用场合,对天线的需求不仅仅是优异的辐射性能,而且对体积重量也具有严格限制。在这些场合下设计具有低轮廓易共形的高性能天线尤其重要。

[0003] 传统线极化天线的实现方式多种多样,包括振子天线、环型天线、缝隙天线、口径天线和端射天线等等。振子天线、环型天线等具有制作简单易于设计等优点,但这种类型天线单个辐射单元的性能较低。缝隙天线包括微带天线和波导缝隙天线等,其中微带形式构成的天线具有低轮廓易共形的优点,应用最为广泛,但同样它单个辐射单元的性能也较低。波导缝隙开槽天线适用于阵列天线应用,单个辐射单元体积小,组成阵列尺寸缩减,阵列天线具有主瓣宽度窄,方向图可以赋形,交叉极化电平低等优良特性,主要应用于微波毫米波雷达通信系统中。但是基于传统金属波导技术的天线体积大,需要精密的机械加工工艺才能实现给定的性能导致其成本高昂,限制了它的大范围使用;口径天线和端射天线的辐射性能都比较好,但在实际应用中他们体积都比较大,结构复杂,制造成本高昂。背腔结构经常应用于天线设计当中用以提高天线辐射性能。但传统的背腔由光滑的金属腔体构成,体积大加工成本高。目前低轮廓的背腔天线都是采用腔体的二阶谐振模式来形成辐射,因此目前仍然需要研究采用新结构来实现基于最低阶谐振模式构成的、尺寸大为缩减的低轮廓背腔高性能线极化天线。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种基于基片集成波导技术构成的尺寸缩减的低轮廓背腔线极化天线,这种新型线极化天线辐射性能好,增益高,体积小,结构简单,易于设计,易于加工,成本低。该天线与现有低轮廓背腔线极化天线相比尺寸缩减将近一半,制造成本显著降低。

[0005] 本发明的尺寸缩减的低轮廓背腔线极化天线,包括介质基片,介质基片的两面镀有金属层,分别是上金属层和下金属层,其中下金属层作为地层;上金属层蚀刻有用于馈电的微带线和共面波导传输线,共面波导传输线是共地共面波导结构,其中间金属条带向外延伸,作为微带线;贯穿上金属层、介质基片和下金属层开有通孔,通孔内壁镀有金属,形成金属化通孔;多个金属化通孔顺序排列为长方形,形成长方形的基片集成波导腔体,基片集成波导腔体各边上的金属化通孔的孔间距相同,共面波导传输线由基片集成波导腔体

的宽边伸入基片集成波导腔体内,其金属条带的中心线与基片集成波导腔体宽边的中心线重合;下金属层对应基片集成波导腔体的区域内蚀刻有一条长条形辐射缝隙,辐射缝隙与基片集成波导腔体的宽边平行,且与共面波导传输线的中间金属条带垂直;辐射缝隙以金属条带中心线为中心对称设置,且辐射缝隙设置在基片集成波导腔体馈电端对面的宽边附近。

[0006] 所述的尺寸缩减的低轮廓背腔线极化天线,其特征在于所述的金属化通孔的直径小于天线工作的中心频率所对应空气波长的十分之一,金属化通孔的直径和基片集成波导腔体同一边上相邻两个金属化通孔的孔心距的比值大于 0.5。

[0007] 本发明的尺寸缩减的低轮廓背腔线极化天线是在普通的介质基片上通过采用基片集成波导技术制造等效于传统闭合金属腔的腔体结构,从而极大的减小背腔天线的体积。与传统背腔天线需要精密的机械加工不同的是这种新型天线可以采用普通的 PCB 工艺制作,制作成本显著降低,并可与微带电路实现无缝集成。同时通过利用腔体的一阶模谐振来产生辐射,与现有低轮廓背腔天线利用二阶模谐振来产生辐射相比将天线的尺寸缩减了将近一半。在结构上,基片为具有双面金属层的介质基片,在介质基片上以均匀的间隔设有一系列金属化通孔,形成等效于传统金属腔体的长方形基片集成波导腔体。在双面金属层的上金属层蚀刻出用于馈电的微带线,然后通过共面波导结构将电磁波引入长方形的基片集成波导腔体。在双面金属层的下金属层对应基片集成波导腔体区域内在靠近非馈电端的宽边附近蚀刻有长条形缝隙,可以辐射能量。

[0008] 具体工作原理:电磁波由微带线馈电,再通过共面波导传输线将其引入到由基片集成波导技术构成的长方形基片集成波导腔体中,从而激励起腔体中最低阶的主模式谐振。当腔体处于主模谐振模式时,在靠近腔体壁位置蚀刻的长条形缝隙几乎不影响其场分布。而且该缝隙能够有效地切割单一流向的电流,从而能够将能量辐射出去从而形成天线。此时通过调节缝隙的长度、腔体的边长就可以方便地调节天线的工作频率。

[0009] 有益效果:基于基片集成波导技术构成的尺寸缩减的低轮廓背腔线极化天线具有以下优点:

[0010] a. 这种新型的背腔线极化天线在保留以往低轮廓背腔天线的高辐射特性的基础上,因为利用了腔体最低阶模式的谐振来形成辐射从而使得腔体的尺寸减小了将近一半。整个结构包括馈电网络和腔体都可以在介质基片上实现,使得天线的体积极大地缩减,而且整个天线可以与射频收发前端乃至整个系统完全平面无缝集成,提高了系统的集成度。

[0011] b. 这种新型的背腔线极化天线结构简洁,工作原理简单明了。在设计过程中只需要调节辐射缝隙的长度、缝隙中心线与腔体宽边壁的距离、以及由金属通孔构成的长方形基片集成波导腔体的边长就可以得到所需要的性能。结构参数少,大大缩短了设计和优化的时间。

[0012] c. 这种新型的背腔高增益天线制造简单方便,整个结构用普通的 PCB 工艺就可以实现。与传统背腔天线需要精密的机械加工相比,制造速度快,成本低廉。

附图说明

[0013] 图 1 是本发明的结构示意图;

[0014] 图 2 是本发明的立体结构示意图;

- [0015] 图 3 是本发明的上金属层结构示意图；
 [0016] 图 4 是本发明的下金属层结构示意图；
 [0017] 图 5 是本发明一实施例的回波损耗仿真和测试结果比较图；
 [0018] 图 6 是本发明一实施例的增益的仿真测试结果的对比图；
 [0019] 图 7 是本发明一实施例在 E 面辐射方向图的测试结果图；
 [0020] 图 8 是本发明一实施例在 H 面辐射方向图的测试结果图。

具体实施方式

[0021] 如图 1 和 2 所示, 尺寸缩减的低轮廓背腔线极化天线包括厚度为 0.5 毫米 Rogers5880 介质基片 1, 介质基片 1 的两面镀有金属层, 分别是上金属层 6 和下金属层 7, 其中下金属层 7 作为地层。如图 3, 上金属层 6 蚀刻有用于馈电的微带线 2 和共面波导传输线 3 (虚线框包含部分), 共面波导传输线 3 是共地共面波导结构, 其中间金属条带向外延伸, 作为微带线 2。微带线 2 的长度和宽度分别为 4 毫米和 1.45 毫米, 共面波导传输线 3 的两条空气间隙的宽度均为 0.7 毫米, 长度为 1.5 毫米。贯穿上金属层 6、介质基片 1 和下金属层 7 开有直径为 1 毫米的通孔, 通孔内壁镀有金属, 形成金属化通孔 4。多个金属化通孔 4 顺序排列为边长为 11.9 毫米和 17.8 毫米的长方形, 形成长方形的基片集成波导腔体, 基片集成波导腔体各边上的金属化通孔 4 的孔间距相同, 均为 1.5 毫米。共面波导传输线 3 伸入基片集成波导腔体内, 其金属条带的中心线与基片集成波导腔体的中心线重合。如图 4, 下金属层 7 对应基片集成波导腔体的区域内蚀刻有一条长度和宽度分别为 13.7 毫米和 1 毫米的长条形辐射缝隙 5, 辐射缝隙 5 的宽边与长方形基片集成波导腔体的宽边平行, 且两者在宽边的中心线重合, 辐射缝隙 5 的中心点在靠近馈电端的方向偏移基片集成波导腔体非馈电端宽边的中心 2 毫米。

[0022] 具体结构几何参数如下：

[0023] 其中 L_c 和 W_c 分别为长方形基片集成波导腔体的窄边和宽边的边长, L_{ms} 和 W_{ms} 分别为馈电微带线的长度和宽度, L_{cpw} 和 g_{cpw} 分别为共面波导缝隙的长度和宽度, L_s 和 W_s 分别为辐射缝隙的长度和宽度, d_s 为非馈电端腔体宽边壁与缝隙中心之间的距离, d 为通孔直径, d_p 为通孔的孔心距, h 为基片厚度。

[0024] L_{ms} (mm) 4.0 W_{ms} (mm) 1.45

[0025] L_{cpw} (mm) 1.5 g_{cpw} (mm) 0.7

[0026] L_c (mm) 11.9 W_c (mm) 17.85

[0027] L_s (mm) 13.7 W_s (mm) 1.0

[0028] d_s (mm) 2.0h h (mm) 0.5

[0029] d (mm) 1.0 d_p (mm) 1.5

[0030] 该矩形基片集成波导背腔线极化天线的具体制造过程为：首先选取对应参数的基片, 在基片的上金属层蚀刻出用于馈电的微带线和共面波导传输线, 然后在基片的下金属层上合适的位置蚀刻用于辐射能量的长条形缝隙, 最后在整个基片上围绕缝隙在合适的位置以均匀的间隔打一系列金属化通孔, 构成宽边与缝隙平行的长方形基片集成波导腔体。选择合适的孔径和孔间距, 避免腔体内能量向外泄露。这种新型背腔线极化天线保留了传统金属背腔天线高增益的辐射特性。选择合适大小的辐射缝隙和长方形基片集成波导腔体

的边长,可方便地调节这种天线的工作频率。整个天线完全由普通的 PCB 工艺实现,可与射频收发前端乃至整个系统完全无缝集成。

[0031] 图 5 到图 8 为该线极化天线性能的测试结果。图 5 的仿真和测试结果表明该天线在中心频率为 8GHz 的工作频带内能够有效地辐射能量。图 6 的仿真和测试结果均表明该天线在工作频带内具有高达 4.6dBi 的增益。图 7 ~ 8 的方向图测试结果表面该天线在工作频带内无论在 E 面还是 H 面具有良好的定向性,低交叉极化电平等的优良辐射特性。

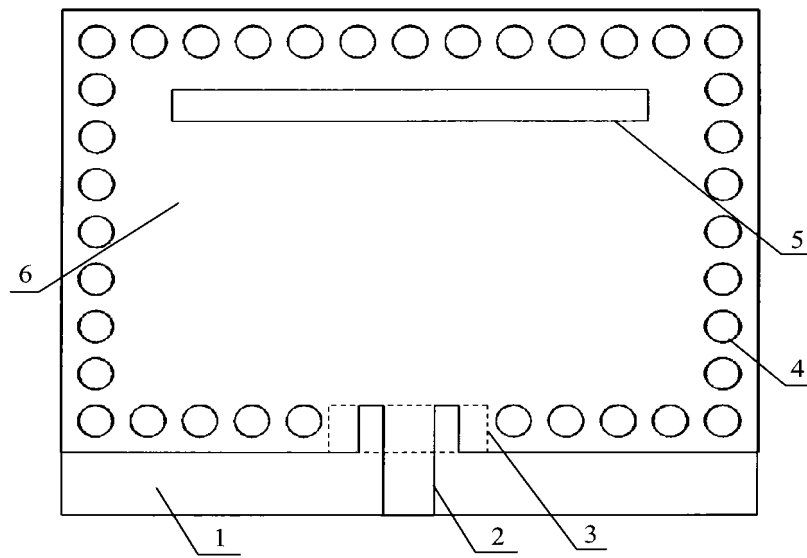


图 1

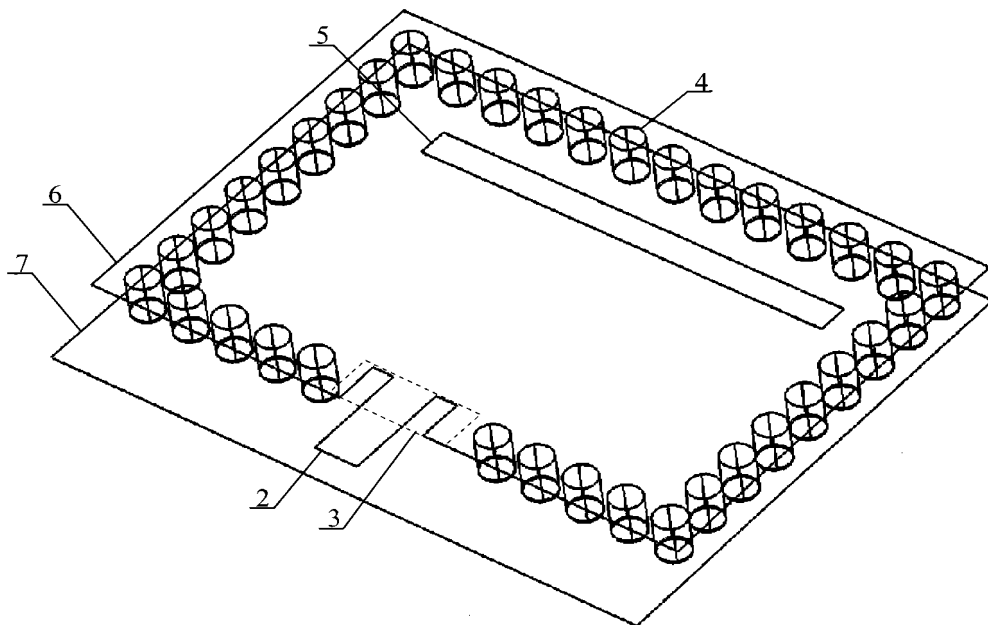


图 2

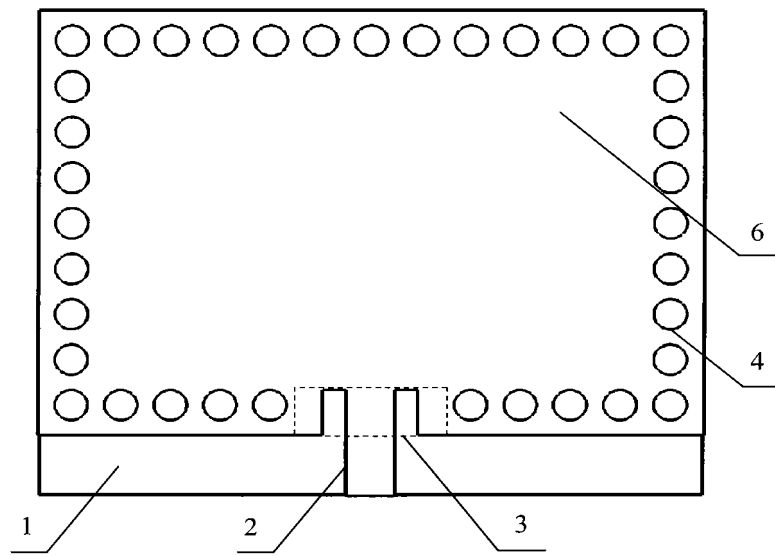


图 3

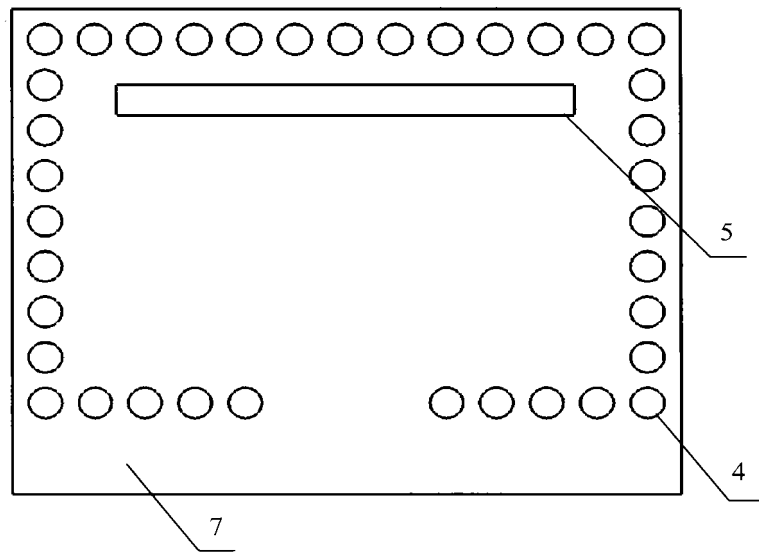


图 4

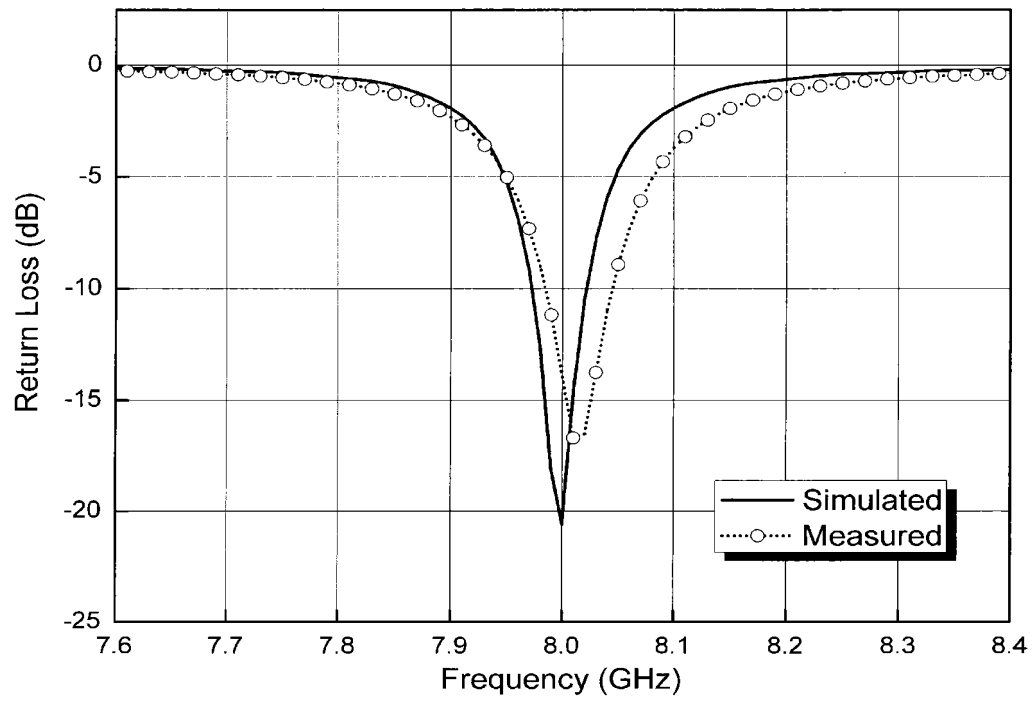


图 5

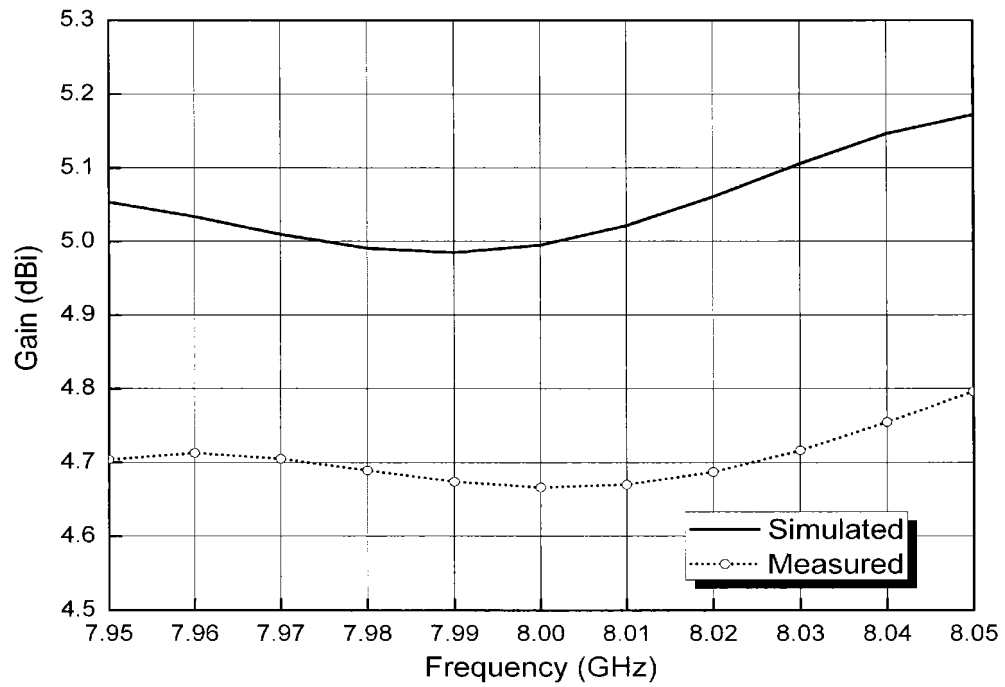


图 6

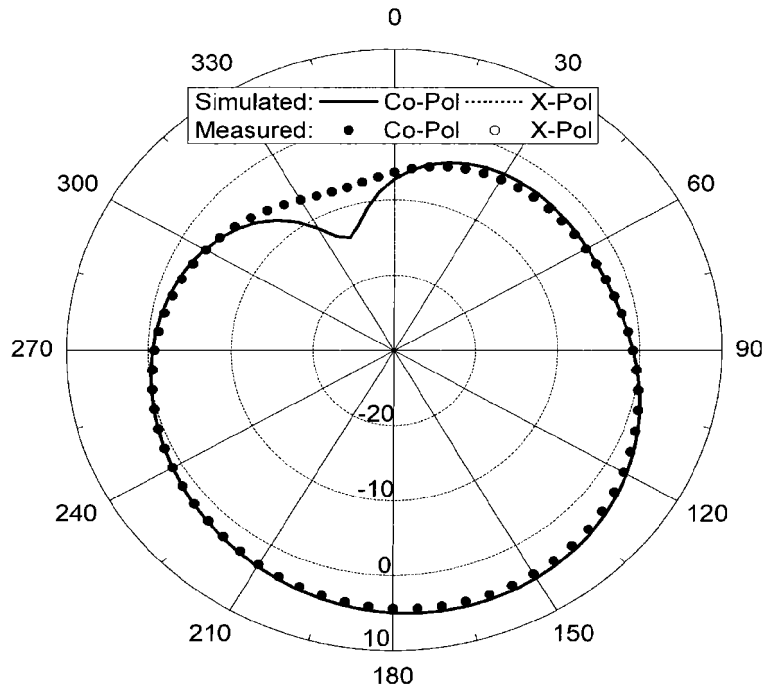


图 7

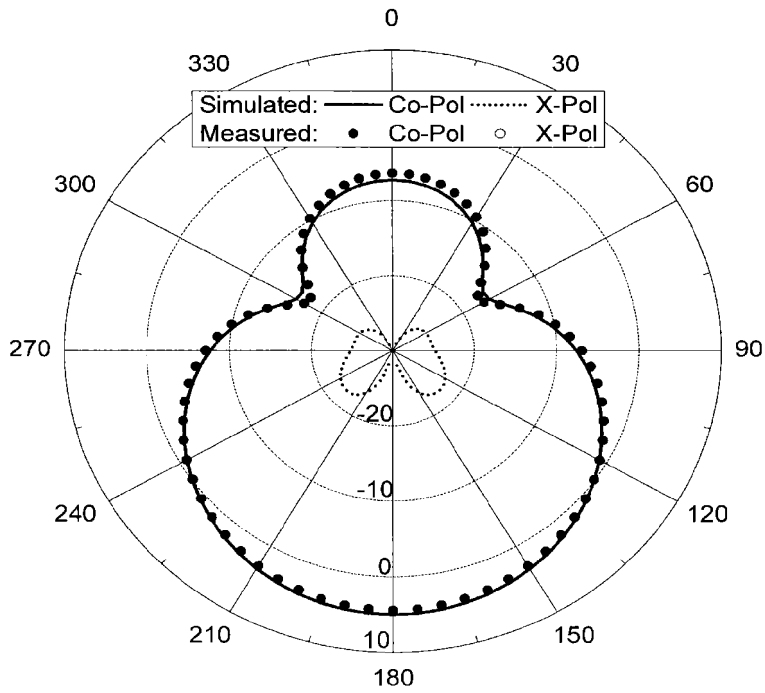


图 8