

大于 100° 宽波束，从而使用其作为单元组成的阵列，较一般天线（俯仰面波瓣宽度仅需大于 60° ）有明显的优势。

同时，分形技术的应用还有助于阵列隐

参考文献

- [1] 谢处方 邱文杰, 天线原理与设计, 电子科技大学出版社, 1998
- [2] 楼振起, 平面扇形天线的研究, 雷达与对抗,

1999, 2

- [3] 蔡宏祥 王昆杰, 分形天线的特性与应用, 无线电通信技术, 2003. 1, pp59~61.
- [4] 王宏键, 具有分形单元的分形线阵天线及分析, 兵工学报, 2004. 1

谐波抑制圆极化微带天线的分析与设计

孙江涛 杨雪霞 盛洁

(上海大学通信与信息工程学院, 上海, 200072)

摘要:本文提出了一种新型的谐波抑制圆极化微带天线, 该天线采用了渐变式缺陷地结构, 可用于射频集成电路和整流天线。利用电磁仿真软件设计了渐变式缺陷地结构和基于此结构的圆极化微带天线, 该天线结构能够较好抑制二次、三次谐波, 最大方向上的圆极化轴比仿真值为 0.8dB , 加工并测试了一个基于此结构的圆极化微带天线单元。仿真值与实验结果吻合, 在 5.5GHz 时回波损耗最低达到 -35dB , 在其二次谐波和三次谐波处回波损耗分别为 -1.3dB 和 -2.5dB 。

关键词:微带天线 圆极化 谐波抑制 渐变式缺陷地结构

Analysis and design of a circularly polarized microstrip antenna with harmonics suppression

SUN Jiangtao YANG Xuexia SHENG Jie

(school of communications and information engineering, Shanghai University, Shanghai 200072, China)

Abstract This paper presents a novel circularly polarized (CP) microstrip antenna of harmonics suppression, by tapered defected ground structure (TDGS), which is convenient to be integrated with RF circuits and rectennas. The TDGS and CP microstrip antenna with TDGS were analyzed by EM simulator software. The TDGS CP antenna can suppress 2^{nd} and 3^{rd} harmonics. Simulated axial ratio of CP microstrip antenna is 0.8dB . An element had been designed and manufactured. The measured results are in good agreement with the simulated ones. At 5.5GHz , the return loss reaches -35dB , and the return loss of the second harmonic and the third harmonic are -1.3dB and -2.5dB .

Key words Microstrip antenna Circular polarization Harmonics suppression TDGS

言

微带天线由于其体积小、剖面薄、重量轻的优点易于与射频电路集成, 这种射频集成电路广泛应用于无线通信系统。由于射频电路的性能很大程度上取决于高次谐波辐射的程度[1]~[2]。因此, 微带天线与射频电路集成时通常要抑制高次谐波, 就必须级联射频滤波器, 以减小高次谐波辐射的影响。这种方法不仅造成射频前端尺寸

增大, 还引入了插入损耗。文献[3]提出一种光子带隙结构(PBG)的微带天线, 抑制高次谐波。

光子带隙结构虽然能够抑制谐波, 但是由于该结构需要较多的周期性单元, 增加了印刷天线的面积, 而且其周期性难以控制。文献[4]提出一种H型缺陷地结构(DGS)的微带天线, 利用这种非周期性的缺陷地结构的慢波特性和阻带特性控制高次谐波。由于该天线采用了内嵌式馈电方式增大了天线的背向辐射。文献[5]同样提出了一

种 H 型缺陷地结构微带天线, 此天线中的缺陷地结构既可以起到阻带的作用, 又可以达到阻抗匹配的效果。然而到目前为止, 基于缺陷地结构的微带天线都是线极化, 此结构的圆极化微带天线未见报道。本文提出了一种基于渐变哑铃槽型缺陷地结构的谐波抑制圆极化微带天线形式。此渐变结构不仅能实现极宽的阻带, 还能实现阻抗匹配。该天线可用于射频集成电路和整流天线等。

1 渐变式缺陷地结构的设计

渐变式缺陷地结构蚀刻在特性阻抗 50 欧姆微带传输线的背面, 如图 1 所示, 其结构参数分别为 $L_1=11\text{mm}$, $L_2=6\text{mm}$, $W_1=3\text{mm}$, $W_2=3.5\text{mm}$, $G_1=4\text{mm}$, $G_2=2\text{mm}$, $S_1=0.5\text{mm}$, $S_2=0.3\text{mm}$, $D=0.77\text{mm}$, $W=2.2\text{mm}$ 。材料介电常数为 2.78, 高度为 0.8mm。利用电磁仿真软件 IE3D[6]对其仿真, 结果如图 2 所示, 可以看出此种结构阻带范围超过 12GHz, 并且在其阻带内损耗在-20dB 以下。

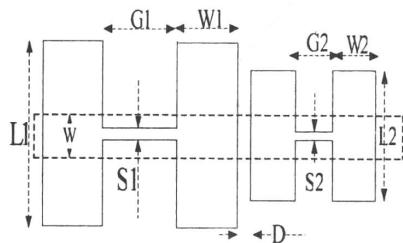


图 3 渐变式缺陷地结构

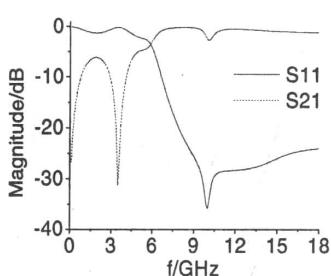


图 4 渐变式缺陷地结构的 S 参数的频响特性

2 微带天线的设计

基于渐变式缺陷地结构的圆极化微带天线的结构如图 3 所示。其几何尺寸 $A=16\text{mm}$, $H=1.675\text{mm}$, $L=29.5\text{mm}$ 。此种圆极化天线可调参数较多, 进行适当的调节可以获得所需的谐振频率、轴比、阻抗特性以及谐波抑制特性。对方形贴片微带天线边馈, 通过切角的微扰作用, 可同时激励起 TM_{01} 和 TM_{10} 模。由电流分布图 4 可以观察出两个简并模的存在。

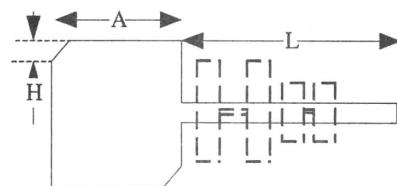


图 5 天线平面结构图

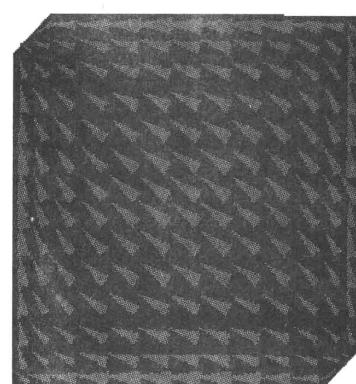


图 6 天线电流分布图

图 5 是该 TDGS 圆极化微带天线 S11 的频响特性, 图中还示出了普通圆极化微带天线 S11 的仿真曲线。其回波损耗对比图, 如图 5 所示。由此可见 TDGS 圆极化微带天线可以有效的抑制二次、三次谐波。图 6 和图 7 分别给出了 TDGS 微带天线和普通微带天线在二次谐波时的电场幅度分布图。白色区域表示电场幅度的峰值, 黑色区域表示无电场。从上述图中可以观察出基于

TDGS 的微带天线其谐波抑制性能比普通微带天线优越。

天线的轴比仿真结果如图 8 所示, 最大方向上圆极化轴比达到 0.8dB。5.5GHz 时天线方向图仿真结果如图 9 所示。由图可见天线背向辐射小, 其前后比达到了-18dB 以下。

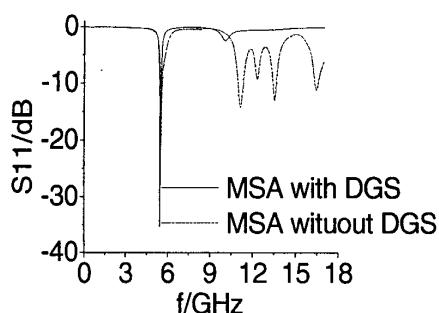


图 7 天线 S11 频响特性

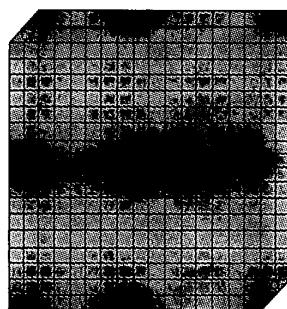


图 8 TDGS 天线电场分布图

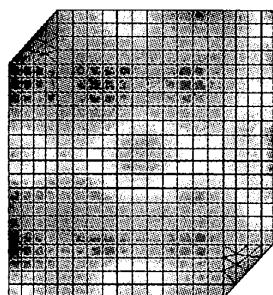


图 9 普通天线电场分布图

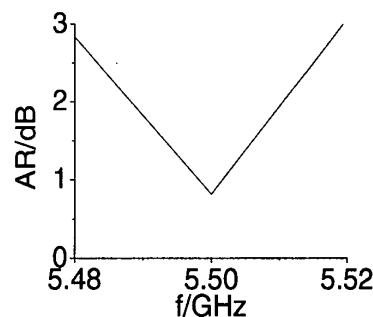
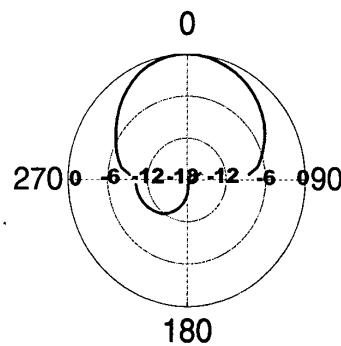
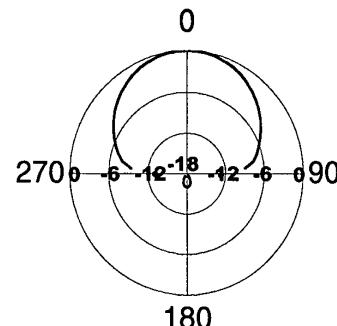


图 10 天线轴比图



(a) $\phi=0$



(b) $\phi=90$

图 11 天线方向图

3 实验结果

我们设计并制作了一个工作在 5.5GHz 的基于 TDGS 的圆极化微带天线。天线和缺陷地结构的几何尺寸前面已给出。图 10 给出了仿真和实验测得的天线输入阻抗圆图, 二者在中心频率附

近比较吻合。图 11 给出了天线回波损耗的仿真和实验结果, 二者基本吻合。

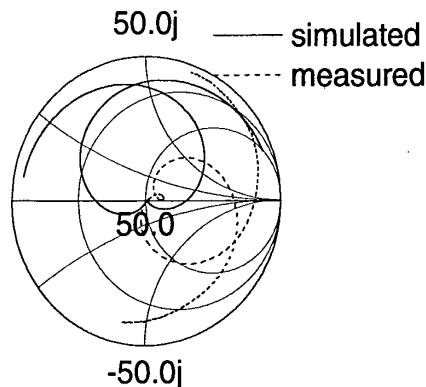


图 12 天线输入阻抗图

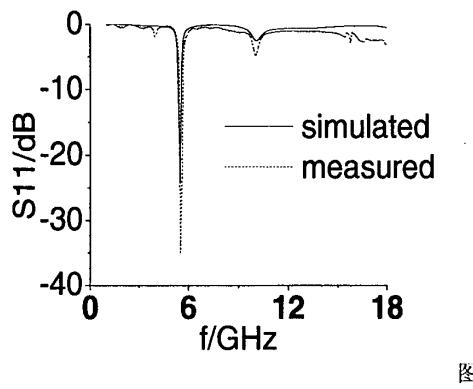


图 13 天线 S11 频响特性

4 结论

本文提出了一种基于渐变式缺陷地结构的圆极化微带天线。利用电磁仿真软件设计了缺陷地结构和基于此结构的圆极化微带天线, 并对比分析了此结构的微带天线与普通微带天线在二次谐波时的电场分布。文中所设计的 5.5GHz 基于渐变式缺陷地结构的圆极化微带天线实验与

仿真结果进行比较, 性能吻合。由于缺陷地结构的优点, 此天线避免引入射频滤波器, 减小了射频前端的尺寸, 降低了插入损耗, 可用于射频集成电路和整流天线等场合。

参考文献

- [1] V. Radisic, Y. Qian, and T. Itoh. Novel architectures for high-efficiency amplifiers for wireless applications. *IEEE Transactions Microwave Theory and Techniques* [J], 1998, 46(12):1901-1909
- [2] M. J. Gryan, G. R. Buesnel, and P. S. Hall. Analysis and control of harmonic radiation from active integrated oscillator antennas. *IEEE Transactions Microwave Theory and Techniques* [J], 2002, 50(11):2639 - 2646
- [3] Horii, Y., Tsutsumi, M. Harmonic control by photonic bandgap on microstrip patch antenna. *IEEE Microwave and Wireless Components* [J], 1999, 9(1):13-15
- [4] Y. J. Sung, M. Kim and Y-S-Kim. Harmonics reduction with defected ground structure for a microstrip patch antenna. *IEEE antenna and propagation letters* [J], 2003, 2:111-113
- [5] Y. J. Sung and Y. S. Kim. An improved design of microstrip patch antennas using photonic bandgap structure. *IEEE Transactions on antennas and propagation* [J]. 2005, 53(5):1709-1804
- [6] IE3D12.00, Zeland Sofeware, Inc., Formont, CA.

孙江涛 (1982-), 男, 山东人, 硕士。Email 地址: lysjt2001@163.com

如何学习天线设计

天线设计理论晦涩高深，让许多工程师望而却步，然而实际工程或实际工作中在设计天线时却很少用到这些高深晦涩的理论。实际上，我们只需要懂得最基本的天线和射频基础知识，借助于 HFSS、CST 软件或者测试仪器就可以设计出工作性能良好的各类天线。

易迪拓培训(www.edatop.com)专注于微波射频和天线设计人才的培养，推出了一系列天线设计培训视频课程。我们的视频培训课程，化繁为简，直观易学，可以帮助您快速学习掌握天线设计的真谛，让天线设计不再难…



HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书，课程从基础讲起，内容由浅入深，理论介绍和实际操作讲解相结合，全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程，可以帮助你快速学习掌握如何使用 HFSS 软件进行天线设计，让天线设计不再难…

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

CST 天线设计视频培训课程套装

套装包含 5 门视频培训课程，由经验丰富的专家授课，旨在帮助您从零开始，全面系统地学习掌握 CST 微波工作室的功能应用和使用 CST 微波工作室进行天线设计实际过程和具体操作。视频课程，边操作边讲解，直观易学；购买套装同时赠送 3 个月在线答疑，帮您解答学习中遇到的问题，让您学习无忧。

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/cst/127.html>



13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程，培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合，全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作，同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习，可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试…

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>



关于易迪拓培训:

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,一直致力于专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;后于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com),现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地,成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 **ADS**、**HFSS** 等专业软件使用培训课程,广受客户好评;并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书,帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司,以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年, 10 多年丰富的行业经验
- ※ 一直专注于微波射频和天线设计工程师的培养, 更了解该行业对人才的要求
- ※ 视频课程、既能达到了现场培训的效果, 又能免除您舟车劳顿的辛苦, 学习工作两不误
- ※ 经验丰富的一线资深工程师主讲, 结合实际工程案例, 直观、实用、易学

联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>