

一种共面带状线馈电的小型化宽波束平面天线

周建永 杨雪霞 高艳艳

(上海大学通信与信息工程学院, 上海 200072)

keith_318@shu.edu.cn

摘要:本文提出了一种共面带状线(CPS)馈电的双环形平面天线。分析了几何结构对天线性能的影响。在5.8GHz工作频率上天线的增益达到8.8dB,半功率波瓣宽度为95°,天线的尺寸为19×24mm²。其CPS馈电结构易于有源集成,较小尺寸和高增益特性适用于射频前端和整流天线等场合。为了测试天线性能,设计了CPS-微带线巴伦。

关键词:CPS, 小型化, 半功率波束宽度(HPBW), 高增益, 平面天线

A Compact Printed Dual-Loop Antenna Fed by CPS with Broad Beam

Zhou Jian-yong Yang Xue-xia Gao Yan-yan

(School of Communication and Information Engineering, Shanghai University, Shanghai 200072)

Abstract: A kind of dual-loop printed antenna fed by the coplanar stripline(CPS) is proposed. Effects of structure parameters on the characteristics of antenna are analyzed. The gain at 5.8GHz in the main direction is 8.8dB, the broad half power beam width(HPBW) is 95° and the size of the antenna is 19×24mm². This kind of CPS-fed antenna with small size and high gain could be easily integrated with active circuits and can be used in applications of rectenna systems and radio frequency front-ends of communication systems. A balun from the CPS to the microstrip line is designed for measuring characteristics of antenna.

Keywords: CPS; miniaturization; half power beam width(HPBW); high gain; planar antenna

1 引言

天线是射频前端的重要部件,随着无线通信的发展,对射频前端小型化的要求越来越高。另外,在用于微波输能的整流天线系统中,天线接收效率会由于收发天线的对准问题而降低,所以需要波瓣较宽的天线^[1]。通常,高增益天线的波瓣宽度较窄,因此,研究具有高增益、宽波瓣的天线很有意义。

共面带状线(CPS)是一种对称结构的传输线,具有平衡馈电和共面特性,易于与平衡馈电的天线和电路集成,比如混频器^[2]、解调器^[3]、整流天线^[4]等。文献^[5]提出了一种CPS馈电的蝶形环天线,增益达到8.45dB,尺寸较小,但是半功率波束宽度仅为36°。文献^[6]提出了一种CPS馈电结构的双棱环天线,增益达到11.7dB,但是半功率波束宽度较窄,天线尺寸过大。文献^[7,8]中CPS馈电的天线采用水滴和五边形结构,增益分别达到10.8dB和10.2dB,波束宽度也较大,但是天线尺寸较大。以上天线工作频率均为5.8GHz。表1对以上天线做了对比。

表1 CPS馈电天线性能比较

天线	增益/dB	HPBW/°	尺寸/mm ²
蝶形 ^[5]	8.45	36	19×23
双棱环 ^[6]	11.7	50	47×26
水滴形 ^[7]	10.8	70	48×30
五边形 ^[8]	10.2	60	47×26
本文	8.8	95	19×24

本文提出了一种新型CPS对称馈电的D型双环天线,该天线具有高增益、宽波束、小型化的特点,适用于低功率密度整流天线和WLAN中。

2 D型双环天线的分析和设计

提出的D型双环天线结构如图1所示。天线由介质板、空气层和反射板三部分组成。D型双环为辐射单元,两段短截线为调节枝节,用来调节天线输入阻抗的虚部,实现天线的匹配。在天线背面约四分之一波长处放置金属反射板,不仅能提高天线增益,还能减少背面辐射,提高前后比。

天线采用的介质板厚度 $h=0.8\text{mm}$ ，介电常数 $\epsilon_r=2.65$ ，损耗角正切为0.001。利用电磁仿真软件HFSS来设计和分析天线。图2

给出了反射板不同位置时天线增益的变化曲线，由曲线可以看出，当 $h=8\text{mm}$ （ $0.25\lambda_0$ ）时，天线在5.8GHz的增益最大，约为8.7dB，无反射板时增益大约为2.8 dB，和半波阵子天线的标准增益相当。图3给出了天线的E面方向图，在半功率波瓣宽度内天线的E面交叉极化电平均约为20dB。

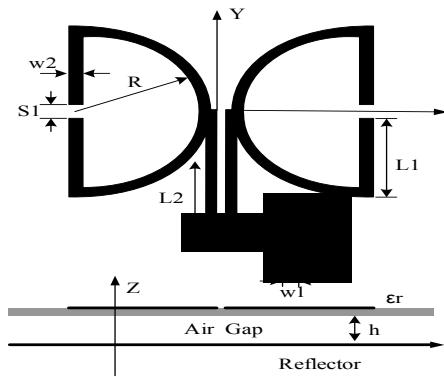


图1 D型双环天线

从文献^[9]中可以知道，天线贴片上不同模式的叠加能展宽天线的波束，但是多模式又会恶化天线的交叉极化。图4给出了D型双环天线的表面电流分布图，从图中可以看出，天线边缘上规则与紧凑的电流保证了天线的宽波束。

天线的主要几何尺寸为： $L1=8.95\text{mm}$ ， $L2=9.8\text{mm}$ ， $W2=1\text{mm}$ ， $S1=1.5\text{mm}$ ， $R=7.95\text{mm}$ 。CPS的尺寸设计为 $w=0.8\text{mm}$ ， $g=0.4\text{mm}$ ，CPS的特性阻抗为 172Ω 。图5是天线的反射系数 S_{11} 的仿真图。在5.8GHz时天线的反射系数达到了 -36dB ， $S_{11} < -15\text{dB}$ 频带宽度约为120MHz。

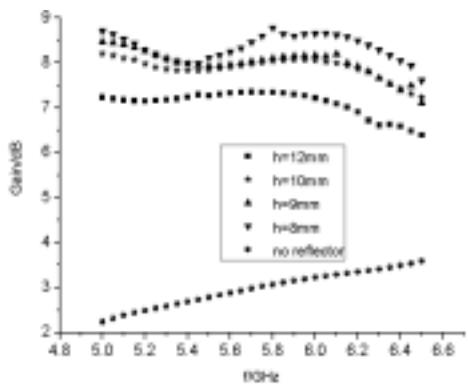


图2 D型双环天线天线增益

与反射板位置关系图

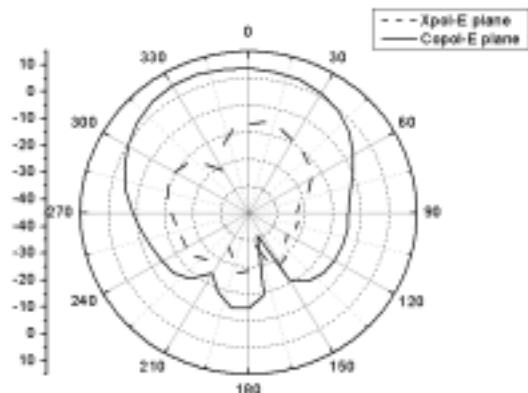


图3 D型双环天线的E面方向图

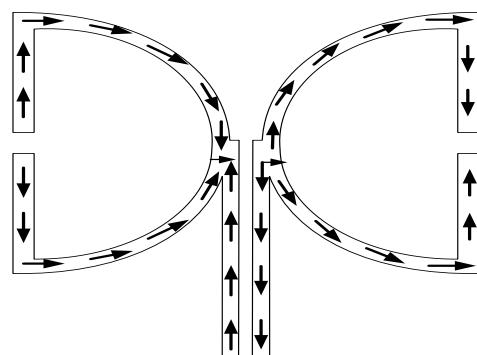


图4 D型双环天线表面电流分布图

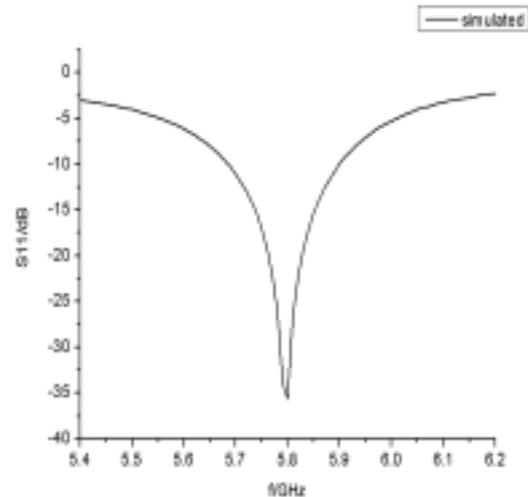


图5 D型双环天线的 S_{11} 仿真曲线

3 带有巴伦的D型双环天线的分析

CPS馈电天线属于平衡型天线，而同轴线属于不平衡型传输线，巴伦是平衡-不平衡变换器，同时还能起到阻抗变换的作用。为了测试天线性能，必须设计巴伦。图6是天线加巴伦的结构图。这种巴

伦起到一种功分器的作用，能量传递按照功率1:1分配，并且在平衡端电流相位差为180°。图7给出了巴伦的仿真的插入损耗图，可以看出巴伦插入损耗小于3dB的范围是5.2GHz-6.5GHz。

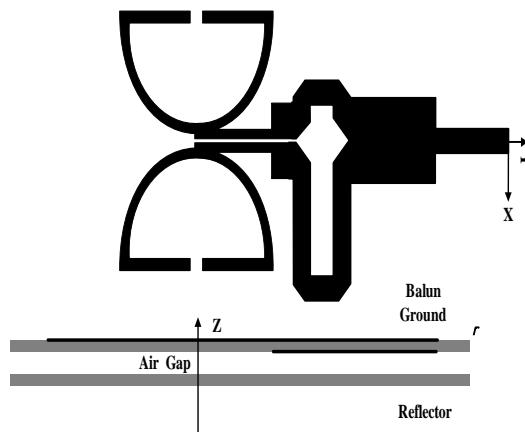


图6 天线加巴伦结构图

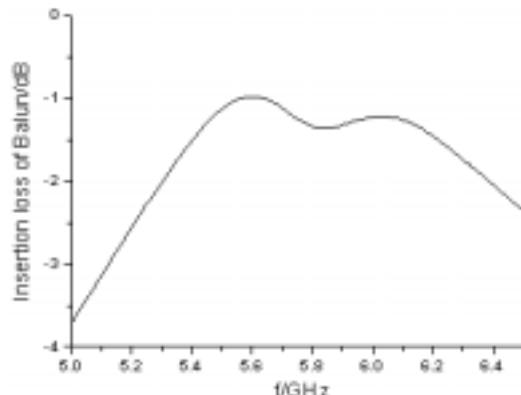


图7 巴伦插入损耗图

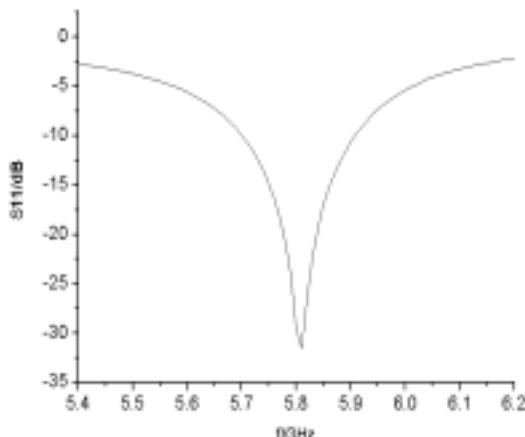


图8 接巴伦的天线 S11 仿真曲线图

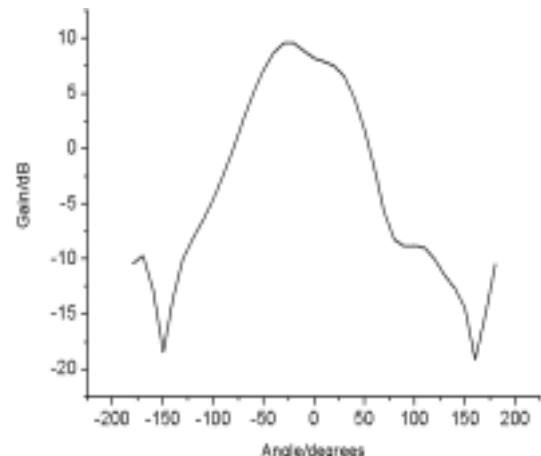


图9 接巴伦的天线增益仿真曲线图

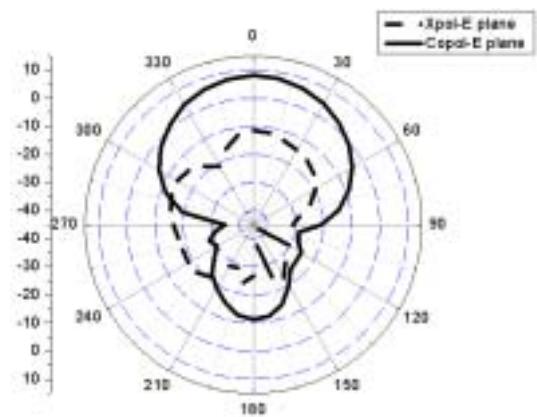


图10 接巴伦的E面方向图

图8是带有巴伦的天线的回波损耗图，和未接巴伦前相比，在中心频率上 S_{11} 减小了3dB， S_{11} 频宽基本上没有变化。加巴伦后天线的增益和方向图分别如图9图10所示，性能和未接巴伦前相比稍微有所下降，原因是由于巴伦自身存在辐射和损耗。

4 小结

本文提出了一种可用于射频前端和整流天线中的CPS馈电的D型双环天线。通过增加反射板天线增益达到了8.8dB，环形结构上紧凑规则的电流分布保证了90°的半功率波瓣宽度，天线尺寸大约为 $19 \times 24 \text{ mm}^2$ ，与同类天线相比更加小型化。为了测试天线性能，设计了CPS-微带巴伦。（测试结果将在会议的报告中给出。）

参考文献

[1] Yu-Jiun Ren and Kai Chang, 5.8 GHz broadened beam-width rectifying antennas using non-uniform

antenna arrays, IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium 2006, 9-14 July 2006 ,pp: 867 – 870

[2] D. Cahana, A new coplanar waveguide/slotline double-balanced mixer, IEEE MTT-S Int. Microwave Symp. Dig., 1989, pp: 967–968

[3] HAGA H, IZUTSU M, SUETA T. Travelling wave modulator switch with an etched grave. IEEE Journal of quantum Electron, 1986:902-906

[4] JAME O, FAN L, CHANG K. Design and Experiments of a High-Conversion-Efficiency 5.8-GHz Rectenna. IEEE Transactions on Microwave Theory And Techniques, 1998, 12: 2053-2060

[5] Y.-J. Ren and K. Chang, Bow-tie retrodirective rectenna, Electrics Letters, Vol.42, No.4, 2006

[6] Berndie Strassner and Kai Chang, 5.8-GHz circularly polarized rectifying antenna for wireless microwave power transmission, IEEE Transaction on Microwave Theory and Techniques[J], Vol.50, No.8, 2002, pp:1870-1876

[7] Xiao-Meng SUN, Yan-Yan Gao, Xue-Xia YANG, Hua-Hong Wang. A high gain printed dual-loop antenna fed by CPS with broad beam. CJMW2008 , Sep, 2008,Shanghai, pp: 350-353

[8] Xiao-Meng SUN, Xue-Xia YANG, Hua-Hong Wang. CPS-fed printed pentagonal-loop antenna with high gain and broad beam. Microwave and optical technology letters, 2008

[9] Shaoyang wang ,Qi Zhu and Shanjia Xu, Design of compact milliwave microstrip antenna with wide bandwidth and broad beamwidth, Int. J. Infrared Milli Waves, Vol.28, 2007,pp.513-519

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>