

一种毫米波双频正交极化贴片天线的设计

吴红梅 陈春红 吴文 杨国

(南京理工大学电光学院, 南京 210094)

xiyan_21@sohu.com

摘要 本文提出并实现了一种在馈线中加入紧凑微带谐振单元 (CMRC) 结构的双频双极化毫米波贴片天线。通过在一段馈线中加入 CMRC，有效增加高谐振频率处的两端口的隔离度。仿真结果表明，本文能实现频率分别为 31.8GHz 和 38.2GHz 的极化方向正交的贴片天线，且通过 CMRC 的加载，使得高频处的端口隔离度增加了 16dB，有效证明了该方案的可行性。

关键词 双频正交极化，贴片天线，CMRC，隔离度

Design of dual-frequency orthogonally polarized rectangular patch antenna of MMW

Wu Hongmei, Chen Chunhong, Wu Wen, Yang Guo

(School of Electronic and optical Engineering, NUST, Nanjing, 210094)

Abstract: This letter presents a dual-frequency orthogonally polarized rectangular patch antenna of millimeter wave utilizing microstrip feed line integrated with a compact microstrip resonant cell (CMRC). The demonstrated approach results in a significant improvement in port isolation at the higher frequency in comparison to a conventional dual-polarized antenna fed by simple microstrip lines. The simulate results show that the possibility of the scheme.

Keywords: Dual-frequency orthogonally polarized, Patch antenna, CMRC, Isolation

1. 引言

毫米波介于微波和红外之间，具有精度高、抗干扰能力强、体积小质量轻等优点^[1]，在现代通信和雷达领域备受重视。微带天线的概念最早由 Deschamps 在上个世纪 50 年代提出^[2]，随着现代工艺的发展，由于其平面结构的低成本、易于加工等诸多优点，受到广泛应用和研究。微带天线满足毫米波系统对天线的新要求例如体积小、重量轻、成本低、剖面低和便于集成等，因此，毫米波微带天线的实现有很大的研究意义。

在现代雷达和通信领域，很多收发系统为了将天线系统做得紧凑而共用同一天线，也因此双频天线得到了人们的青睐。随着极化多样化发展的需求，双极化天线也得到广泛研究。双极化天线能发射或接收两个正交极化的电磁波，因此在同一带宽内，天线可以发射出两种信号，这有利于频率复用或者

收发同时工作^[3]。双频双极化天线结合了双频和双极化的优点，不仅能大大提高天线性能，而且在很大程度上能降低系统的成本。

实现正交极化工作的一种最简单的方法就是采用贴片作为辐射单元，对贴片两条正交边双馈电就能激励一对极化方向相互垂直的辐射波；获得双频工作的最直接的方法是利用矩形贴片长、宽两边同时形成两条谐振边，在不同的频率形成谐振。这种简单方法实现的双频双极化天线要解决的一个重要问题是两端口的隔离。很多学者对此也作了相关的研究，比如文献[4]采用一个输入馈线串联 DGS 的结构，利用 DGS 结构的低通特性实现端口隔离度的提高，文献[5]在馈线中串入 EBG 结构，实现两端口的高隔离。DGS 需要在地平面上蚀刻图形，EBG 结构是多层介质板实现，而 2000 年薛泉教授提出的紧凑微带谐振单元 (CMRC) 是易于实现的平面结构，具有慢波和低通滤波特性。

本文研究实现工作频率分别为 31.8GHz 和 38.2GHz 的双频双极化毫米波贴片天线，通过在 1 端口馈线上加入 CMRC，利用 CMRC 的阻带特性和传输通带内的阻抗特性，提高了在高谐振频率处的两端口隔离度。

2. 双频双极化天线的实现

正如引言中所述，最简单的双频双极化贴片天线是从贴片两个正交边同时馈电，形成双极化，同时调整长边和短边的长度，使其均作为谐振边对应实现两个频率。采用嵌入式微带馈电，嵌入天线的微带为高阻抗线，经过四分之一波长微带线进行阻抗匹配，如图 1 所示。1、2 馈线端口分别激励矩形贴片的两个正交边，形成的主极化方向分别为 x 方向和 y 方向，同时贴片的两正交边谐振实现双频，调整 x 方向长度 l1、y 方向长度 l2 得到所需的谐振频率为 31.8GHz 和 38.2GHz 的天线。

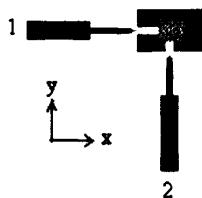


图 1

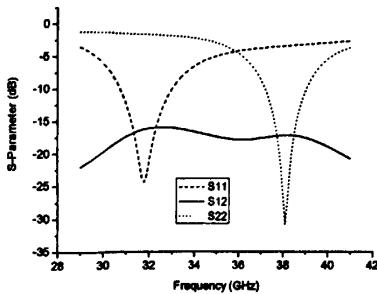
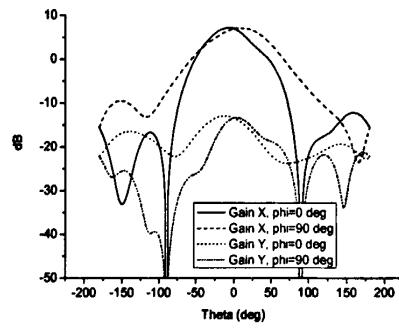


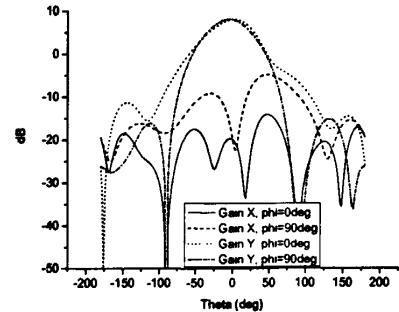
图 2

采用介质板为 0.8mm 厚的 Rogers 5880，相对介电常数为 2.2，在商业仿真软件 HFSS 中仿真优化得到 S 参数如图 2 所示。可见，谐振频率分别为 31.8GHz 和 38.2GHz，在这两个频率回波损耗低于 15dB 的阻抗带宽分别为 3.78% 和 2.62%，同时可以看出两端口的隔离不是很理想，需要改进。

图 3 分别为两个谐振频率对应的辐射方向图，谐振频率为 31.8GHz 时主极化方向为 x 方向，交叉极化为 -21dB，谐振频率为 38.2GHz 时主极化方向为 y 方向，交叉极化为 -27.8dB。



(a) $f_1=32\text{GHz}$



(b) $f_2=38\text{GHz}$

图 3

3. 馈线中加入 CMRC 的天线实现

一种解决端口隔离问题的方法是在馈线上串入滤波结构，使得所需的激励信号能通过该馈线，而另一频率信号被滤除。以提高谐振频率 38.2GHz 时端口隔离为例，可使

用一段带有 CMRC 结构的馈线代替原来 1 端口中的一段微带，利用 CMRC 在低频通带内阻抗特性与该微带等效、在高频处带阻的特性增大 38.2GHz 处两端口的隔离。

CMRC 是在普通微带线上蚀刻出各种图形，利用仿真和等效模型建立可得出其慢波和带阻的特性，因此只要将低谐振频率的馈电微带线中的一段用带有 CMRC 的传输线代替，使其在低频通带的传输特性等效，同时利用 CMRC 的低通特性，对高谐振频率信号进行抑制，达到提高端口隔离度的目的。

采用的 CMRC 结构如图 4 (a)，CMRC 的宽 W 比普通微带宽，这是为了与原有的微带线阻抗匹配，仿真的 S 参数见图 4(b)。可见，该结构在 31.8GHz 处 S_{11} 小于 -30dB， $S_{12} = -0.13$ dB，具有类似单纯微带的通带性能，在 38.2GHz 处传输 S_{12} 低于 -20dB，有很好的高频抑制作用。

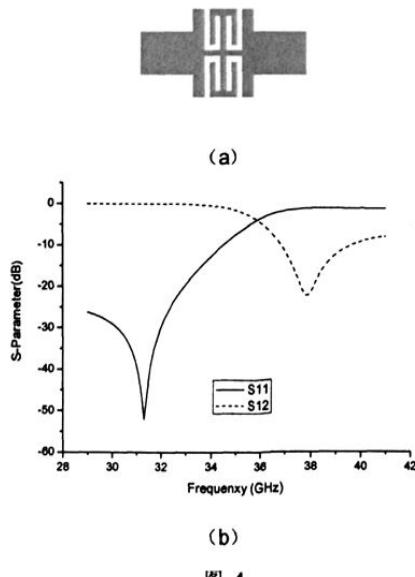


图 4 将 CMRC 结构加入原天线中，如图 5 所示。优化后的 S 参数见图 6，图 7(a)、(b) 分别是该天线在两个谐振频率的方向图。

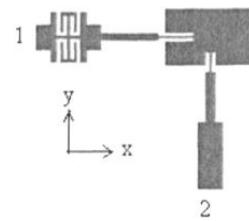


图 5

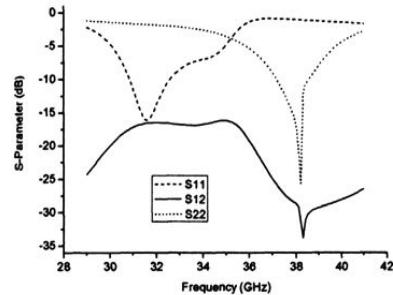


图 6

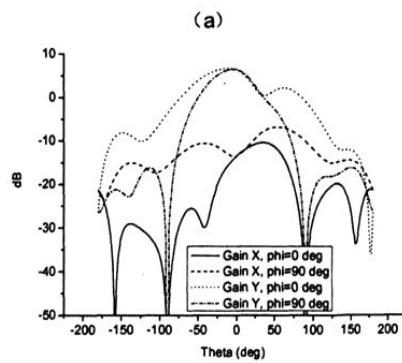
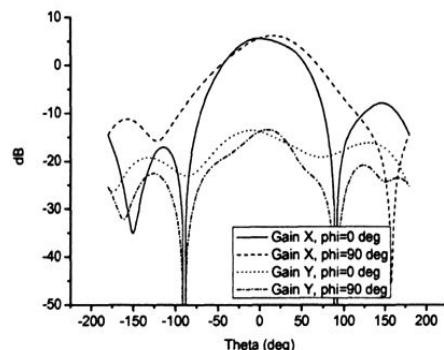


图 7 与前面不加 CMRC 结构的天线性能进行对比可见，加了 CMRC 之后，经过微调，天线可基本保证原有的谐振频带和方向图

性能，而端口的隔离度有了很大的改进，在38.2GHz的谐振频率处，S12由原来的-16dB下降到-32dB，隔离度增加了16dB。

4. 总结

本文设计实现了一种新的馈线结构的双频正交极化毫米波贴片天线，通过在一段馈线中加入CMRC，有效增加了高频谐振时的两端口隔离度。仿真结果表明，本文能实现频率分别为31.8GHz和38.2GHz的极化方向正交的天线，且通过馈线上加载CMRC，使得高频处的端口隔离提高了16dB，有效证明了该方案的可行性。

本文只是对增加高谐振频率处得端口隔离度提出了一种可行方案并进行验证，同理可在高频馈线上加载一个低通传输线结构提高低频段的端口隔离，这有待进一步研究实现。

参考文献

- 1 李兴国, 李跃华. 毫米波近场技术基础. 北京: 北京理工大学出版社, 2009.
- 2 I. J. 鲍勃 P. 布哈蒂亚. 微带天线. 北京: 电子工业出版社, 1984. 12 第1版,
- 3 陈晓梅, 杨雪霞, 王少峰. 毫米波双极化微带贴片天线的FDTD分析. 无线电工程, 2004, 34卷第3期.
- 4 Younkyu Chung, IEEE, Seong-Sik Jeon, IEEE, Dal Ahn, Jae-Ick Choi, and Tatsuo Itoh. High Isolation Dual-Polarized Patch Antenna Using Integrated Defected Ground Structure. IEEE MICROWAVE AND WIRELESS COMP. LETT., VOL. 14, NO. 1, JANUARY 2004.
- 5 Luis Inclán-Sánchez, José-Luis Vázquez-Roy, and Eva Rajo-Iglesias. High Isolation Proximity Coupled Multilayer Patch Antenna for Dual-Frequency Operation. IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, VOL. 56, NO. 4, APRIL 2008.

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>