

一种具有双阻带功能的共面波导馈电超宽带天线设计

郑志安 褚庆昕

(华南理工大学电子与信息工程学院, 广州 510640)

zhian.zheng@mail.scut.edu.cn

摘要: 本文提出了一种具有双阻带功能的共面波导超宽带天线。通过在天线的地板两端开两条对称槽实现了 5.5GHz 处的第一个陷波结构, 再在辐射体上开槽实现了 3.5 GHz 的第二个陷波结构。实测与仿真结果表明, 除了两个期望阻带外的其他超宽带频段内, 该天线满足电压驻波比 $VSWR < 2$ 。同时本文给出了天线的实测仿真对比的辐射方向图和增益图。

关键词: 阻带超宽带天线, 共面波导馈电, 方向图, 增益

Design of CPW-Fed Ultrawideband Antenna Having Band-notched Function

ZHENG zhi-an, CHU qing-xin

(School of Electronic and Information Engineering, South China University of Technology, Guangzhou, Guangdong 510640)

Abstract: In this paper, a coplanar waveguide (CPW-Fed) ultrawideband (UWB) antenna with dual band-notched characteristics is proposed. Two symmetrical slots are etched from the ground plane to achieve a notched band at 5.5 GHz, the other notched band at 3.5 GHz is obtained by etching a slot from the radiator. It can be observed from the measured and simulated results that the voltage-standing wave ratios (VSWR) are all less than 2 in the UWB band except in the desired notched bands. The measured and simulated radiation patterns as well as gains of the proposed antenna are also presented for comparison.

Keywords: band-notched UWB antenna; CPW-Fed; radiation pattern; gain

1 引言

自从2002年2月美国联邦通信委员会(FCC)将3.1-10.6GHz频段划归超宽带(UWB)的民用频段^[1], UWB无线通信系统的设计和应用便成为了无线通信领域激烈竞争的焦点。作为超宽带系统的重要组成部分, 超宽带天线的设计也成为了科学界和工程界的热门研究课题。但是在UWB频段内存在其他无线通信系统, 比如3.3-3.6 GHz的WiMAX和5.15-5.825 GHz的WLAN等。为了减小UWB系统与其他无线通信系统的相互干扰, 具有陷波功能的超宽带天线也被广泛研究。

近年来已经有许多具有陷波功能的超宽带天

线相继被提出, 其中大量的陷波结构都是通过在天线上开槽实现的^[2-3]。对于微带类超宽带天线, 还可以通过在地板开槽^[4]

或者馈线处加载谐振器来实现陷波功能^[5-6]。但对于共面波导馈电超宽带天线, 大部分陷波都是通过辐射体上开槽实现的^[7], 关于如何在地板实现陷波功能的研究并不多。

本文提出了一种具有双阻带功能的共面波导馈电超宽带天线。这两个阻带分别是通过在天线的地板两端对称地开两条槽和在辐射体上开槽来实现的, 阻带的中心频率分别为5.5和3.5 GHz。实测与仿真结果表明该天线在期望阻带外的其他UWB频段内表现出良好的宽带阻抗匹配特性与稳定的增益, 并且该天线具有良好的全向辐射特性。

基金项目: 国家自然科学基金 U0635004; 广东省自然科学基金 07118061。

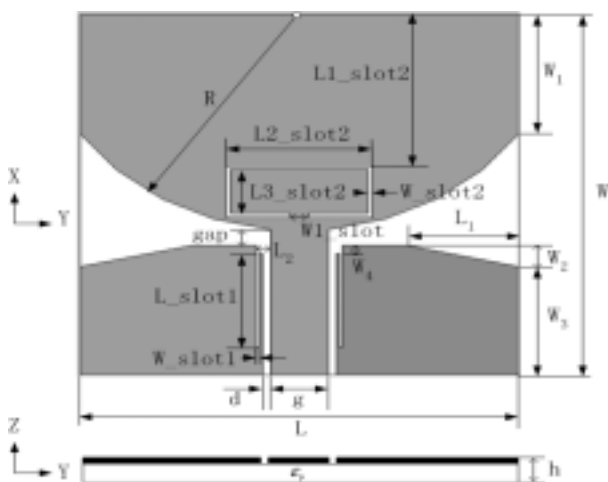


图1 天线结构图

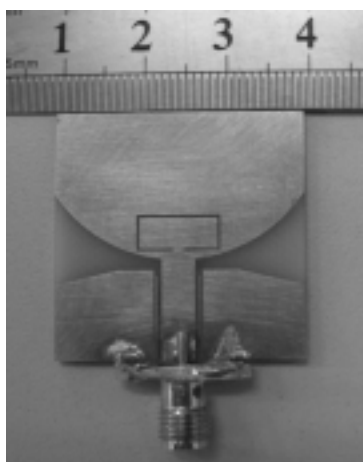


图2 陷波超宽带天线实物图

2 天线设计

本文提出的具有双阻带功能的共面波导馈电超宽带天线结构如图1所示,天线的整体尺寸为 $L \times W = 30 \times 30 \text{ mm}^2$ 。其主要辐射单元是一个半径 $R = 18 \text{ mm}$ 的圆片的一部分。共面波导传输线具有 50Ω 的特性阻抗,宽度为 $L_1 = 4 \text{ mm}$,与地板之间的间隔为 $g = 0.5 \text{ mm}$ 。两端地板各自切除了一个三角形来实现更好的阻抗匹配。

该天线的两个阻带是通过在上述超宽带天线的地板和辐射单元上开槽分别实现的。通过在两端地板靠近馈线位置各开一条细槽可以实现一个阻带,槽的长度约为期望阻带中心频率对应波长的 $1/4$ 。同时,在辐射体上开槽实现了天线的第二个阻带,槽长约为期望阻带中心频率对应波长的 $1/2$ 。通过调节各槽的长度、宽度与位置可以获得阻带性能良好的陷波超宽带天线。

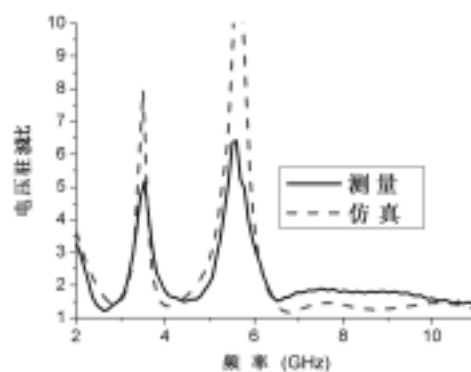
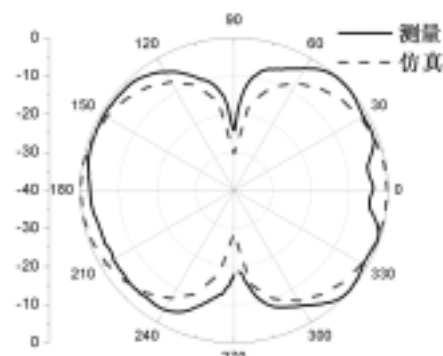
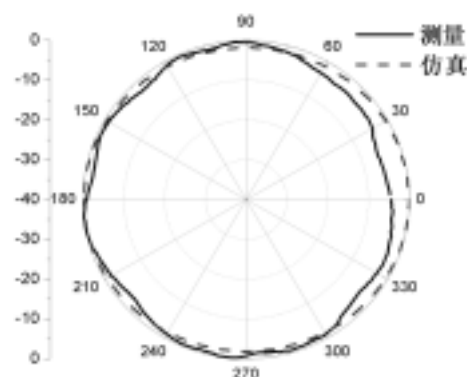


图3 天线的电压驻波比特性

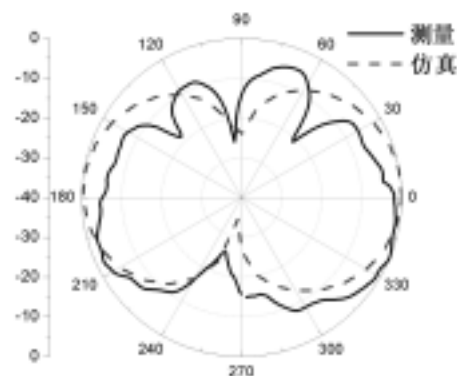


(a) E面(XOZ面)

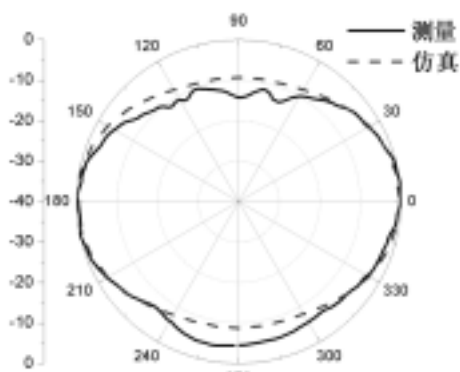


(b) H面(YOZ面)

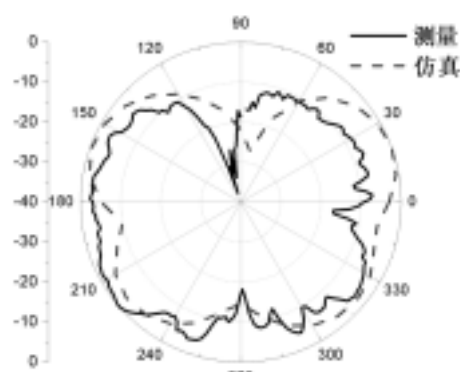
图4 天线在 3.1 GHz 的辐射方向图



(a) E面(XOZ面)



(b) H面 (YOZ面)



(a) E面 (XOZ面)

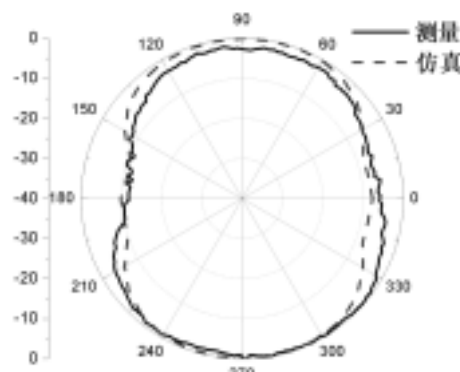
图5 天线在7 GHz 的辐射方向图

该天线被印制在相对介电常数为 $\epsilon_r = 4.4$,厚度为 $h=1.6$ mm的FR4介质板的同一侧。这种共面结构容易加工与集成,成本低廉,且与射频电路之间的影响很小。天线的各个参数是通过使用Ansoft公司的HFSS软件仿真优化的结果,最优的结果为: $L \times W=30 \times 30$ mm², $g=4$ mm, $d=0.5$ mm, $gap=1.3$ mm, $R=18$ mm, $W_1=9.9$ mm, $W_2=1.8$ mm, $W_3=9$ mm, $W_4=0.7$ mm, $L_1=7.8$ mm, $L_2=0.92$ mm, $L_{slot1} \times W_{slot1}=7.8 \times 0.22$ mm², $L1_{slot2}=12.6$ mm, $L2_{slot2}=10$ mm, $L3_{slot2}=1$ mm, $W_{slot2}=0.3$ mm, $W1_{slot2}=3.7$ mm。天线的实物照片如图2所示。

3 结果与讨论

天线的测量使用了安捷伦公司的矢量网络分析仪,型号为N5230A。图3为电压驻波比(VSWR)的测量与仿真结果对比图,这两个结果吻合地很好。测量与仿真结果表明:该天线在5.15-5.825 GHz的WLAN和3.3-3.6 GHz的WiMAX两个频段内均满足 $VSWR > 3$,而在两个频段外的其他UWB频段内基本满足 $VSWR < 2$,从而有效抑制了UWB系统与这两个通信系统之间的潜在干扰。

图4-6是天线在3.1, 7.0和10 GHz三个频点的归一化E面(XOZ面)和H面(YOZ面)测量仿真对比辐射方向图。由图可知,天线在低频时其辐射特性与半波阵子相似,E面为一个8形,H面具有全向辐射特性。随着频率的增加,方向图有一定的恶化,但是其H面仍然是接近全向的,表明该天线在整个超宽带频段内具有良好的全向辐射特性。



(b) H面 (YOZ面)

图6 天线在10 GHz 的辐射方向图

图7是天线的增益特性图。在整个超宽带频段内,天线增益基本稳定在平均值为3.5 dB左右。并且在设计的两个阻带内,其增益有显著下降,在3.5和5.5 GHz两个阻带中心频率的增益分别下降至-7和-4 dB,有效抑制了UWB与WLAN和WiMAX的相互影响。

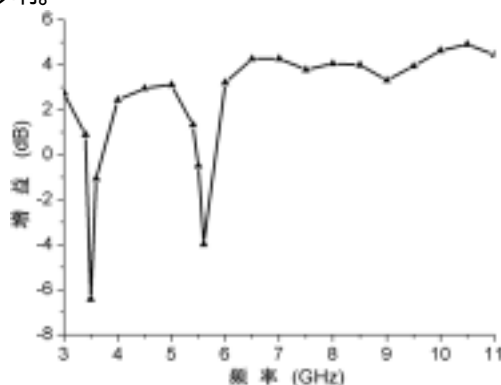


图7 天线增益图

4 结论

本文提出了一种具有双阻带功能的共面波导馈电超宽带天线。仿真与测量结果表明,该天线实现了

在3.1-10.6 GHz频段内VSWR < 2的宽带阻抗匹配,但是在期望的WLAN和WiMAX阻带内天线满足VSWR > 3,有效抑制了UWB系统与其他通信系统的潜在干扰。在整个频段内,天线具有平均值约为3.5 dB的稳定增益,并且在两个阻带内增益有显著下降。天线还具有近似全向的辐射特性,表明该天线是一种性能良好、具有实用价值的超宽带天线。

参考文献

- [1] Federal Communications Commission, First Report and Order, Revision of Part 15 of the Commission's Pulse Regarding Ultra-wideband Transmission Systems, Feb. 2002
- [2] Y. J. Cho, K. H. Kim, D. H. Choi, S. S. Lee, and S. O. Park, A Miniature UWB Planar Monopole Antenna With 5-GHz Band-Rejection Filter and the Time-Domian Characteristics, IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 54, No. 5, 2006, pp. 1453-1460
- [3] J. Liu, S. Gong, Y. Xu, X. Zhang, C. Feng and N. Qi, "Compact printed ultra-wideband monopole antenna with dual band-notched characteristics", Electron Lett., Vol. 44, No. 12, 2008, pp. 710-711
- [4] R. Gayathri, T. U. Jisney, D. D. Krishna, M. Gopikrishna, and C. K. Aanandan, Band-notched inverted-cone monopole antenna for compact UWB systems, Electronics Letters., Vol. 44, No. 20, 2008, pp. 1170-1171
- [5] Y. Zhang, W. Hong, C. Yu, Z. Q. Kuai, Y. D. Don, and J. Y. Zhou, A Compact Multiple Bands Notched UWB Antenna by Loading SIR and SRR on the Feed Line, ICMMT Proceedings, 2008, pp. 198-201
- [6] Y. Zhang, W. Hong, C. Yu, Z. Q. Kuai, Y. D. Don, and J. Y. Zhou, Planar Ultrawideband Antenna With Multiple Notched Bands on Etched Slots on the Patch and/or Split Ring Resonators on the Feed Line, IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 56, No. 9, 2008, pp. 3063-3068
- [7] Q. X. Chu, and Y. Y. Yang, 3.5/5.5 GHz dual band-notch ultra-wideband antenna, Electronics Letters, Vol. 43, No. 2, 2007, pp. 172-174

作者简介：郑志安，男，硕士，主要研究领域为小型平面超宽带天线；褚庆昕，男，教授、博士生导师，主要研究领域为滤波器、天线、左手媒质、FDTD、空间功率合成等。

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,一直致力和专注于微波、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>