

小型超宽带天线设计

任王 史治国 陈抗生

浙江大学信息与电子工程学系 杭州 310027

摘要：提出了一种小型超宽带 (UWB) 非对称式圆环印刷单极子天线。天线采用 50 欧姆微带线边沿馈电，微带线的另一端接有一个圆型贴片，中间为FR-4 介质基板，底层为接地面。为了获得更佳的匹配效果和带宽，在圆型贴片中挖去一个圆孔，并减小了底层接地面积。通过模拟仿真，对天线的阻抗带宽，辐射方向图和增益进行了研究。结果表明，该天线的-10dB阻抗带宽为 2.6~11.5GHz，覆盖了UWB标准规定的工作频段 (3.1~10.6GHz)，在整个频段内具有良好的全向辐射特性，最大增益可以达到 5dBi。

关键字：超宽带，平面印刷天线，微带馈电，全向辐射

Compact Ultra-Wideband Antenna Design

Wang Ren, Zhiguo Shi and Kangsheng Chen

Department of information and electronic engineering, Zhejiang University, Hangzhou, 310027

Abstract: This paper presents a compact asymmetry annular-ring printed circuit board (PCB) monopole antenna for ultra-wideband (UWB) applications. The proposed antenna is printed on a FR-4 substrate and fed by a 50 ohm microstrip with an asymmetry annular-ring patch. It has been demonstrated to provide a wide bandwidth set by the Federal Communication Commission (FCC) for UWB operations with satisfactory omnidirectional radiation characteristics and the peak gain can reach about 5dBi. The design parameters and the performances of the proposed antenna are investigated and good agreements have been obtained between the simulated and experimental results.

Key Words: asymmetry annular-ring; microstrip-fed; printed circuit board (PCB) antenna; ultra-wideband (UWB)

1 引言

随着无线通信技术的高速发展，超宽带(UWB, Ultra-wide bandwidth)短距离无线通信引起了全球通信技术领域极大的重视。UWB通信技术以其高速率、低功耗、抗多径等优点成为短距离无线通信中极具竞争力和发展前景的技术之一。

IEEE 802.15.3a 规定 UWB 标准的工作频段为 3.1~10.6GHz，要求天线需要有 7.5GHz 的带宽，是 UWB 天线设计的主要难点所在。除此之外，还必须具有体积小，全向覆盖，辐射效率高，易于系统集成等特点。近年来，小型超宽带天线逐渐成为 UWB 研究中的一大热点，目前常见的小型化 UWB 天线设计主要有两类：一类是微带线馈电的宽缝天线，这类天线可以通过调整馈线参数获得超宽带特性，集成度较高，但是这类天线设计比较复杂，参数变化敏感，加工精度要求高，

给实际应用带来一定的难度；另外一种采用的是印刷单极子天线，设计简单，但尺寸较大，带宽相对较窄，很难完全覆盖整个 UWB 工作频段。

基于上述研究背景，本文提出了一种非对称式圆环单极子天线，设计简单，加工容易，可以完全覆盖整个 UWB 工作频段，天线的大小也非常适合小型化的应用，具有很大的实际应用价值。

2 天线结构

天线结构如图 1 所示。底面是金属接地面，中间为介质基板，顶层是采用 50 欧姆微带线边沿馈电的非对称圆环。其中， L, W 为基板的长与宽， W_1 为接地面的宽度， f 为微带馈线的长度，圆环贴片的外径为 R ，内径为 r ，内外环底部相切，圆环贴片中心到基板边缘的距离为 s 。介质基板采用 FR-4 材料，介电常数 4.4，高度为 1.6mm，微带线宽度 3mm。

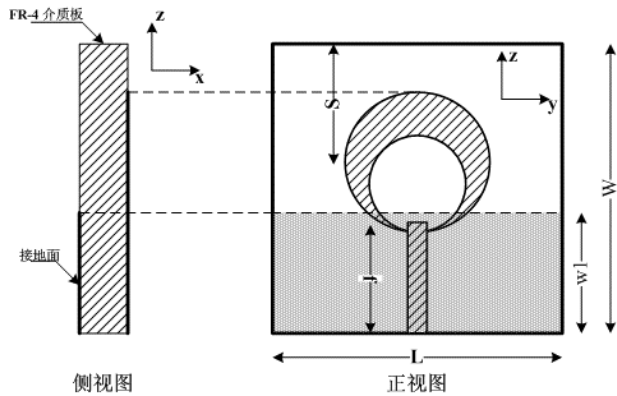


图 1 天线结构示意图

天线的具体尺寸如表1所示。

表I 天线具体尺寸

天线参数	标记	尺寸/mm
天线长度	L	30
天线宽度	W	30
地面宽度	w1	13
贴片半径	R	8
圆孔半径	r	6
贴片中心位置	s	10.5
馈线长度	f	12

3 仿真结果

天线的S参数仿真曲线如图2所示。从图中可以看出，天线在整个工作频段内出现了3个谐振频率点，分别是4 GHz, 8GHz和11.5GHz。天线的-10dB阻抗带宽为2.6~11.5GHz, 覆盖了UWB标准规定的工作频段(3.1~10.6GHz)。

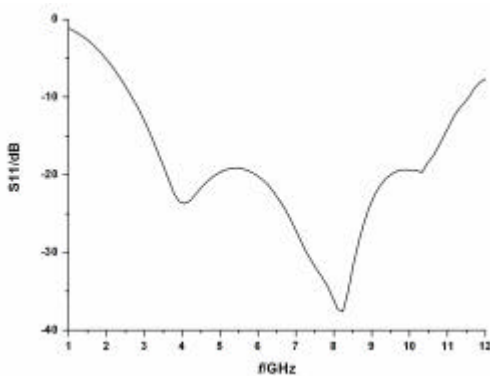
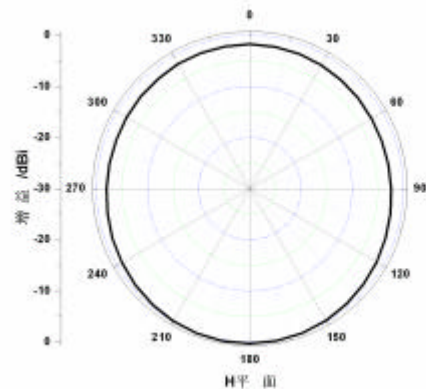
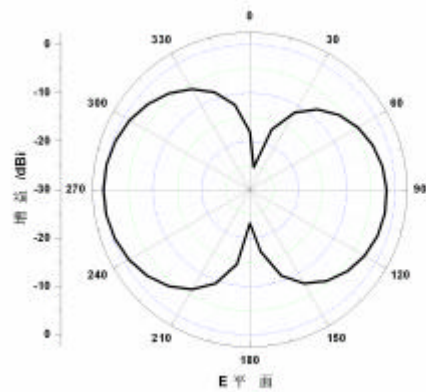
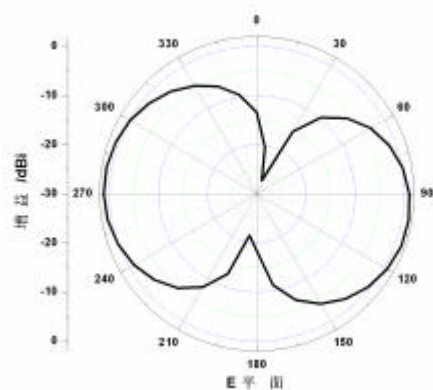


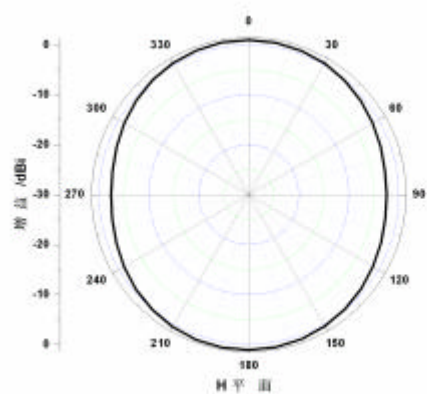
图 2 天线回波损耗S11曲线

图3(a)-(d)分别表示了天线在4GHz, 6GHz, 8GHz, 10GHz时的辐射方向图。可以看出，天线的E平面辐射场类似于偶极子辐射场，而H平面的辐射场为全向辐射，因此天线在水平面上为全向辐射。随着频率的升高，E平面和H平面的辐射场都有一定程度的畸变，原因是高频辐射场受到了低频辐射场高次谐波的影响，但从方向图上看，天线在高频时的场分布依然满足E平面辐射场类似偶极子辐射，H平面全向辐射这一特点。

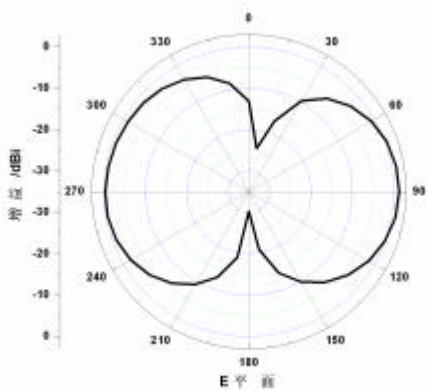
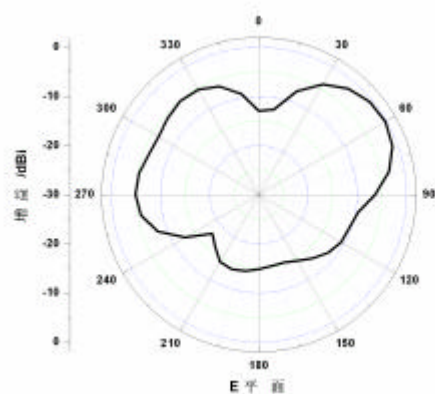


(a) 4 GHz 天线辐射方向图



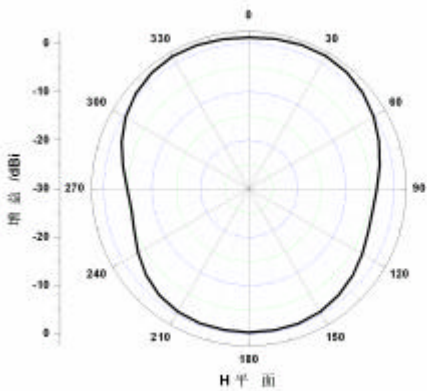


(a) 6 GHz 天线辐射方向图



(c) 10 GHz 天线辐射方向图

图 3 天线辐射方向图



(b) 8 GHz 天线辐射方向图

天线的最大增益如图4所示。由图可见,在4~10GHz频段内,天线的增益从0.3dBi变化到5.2dBi,整个频段内增益的变化范围小于5dBi。

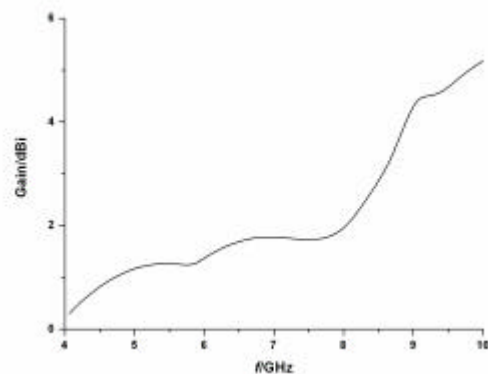


图 4 天线增益

4 结语

提出了一种新型小型化非对称式圆环超宽带天线设计。天线带宽完全覆盖UWB工作频段3.1~10.6 GHz, 并在整个工作频段内具有良好得全向辐射特性和平稳的增益变化, 具有很好的实际应用价值。

参考文献

- [1] Z.N.Low, J.H.Cheong and C.L.Law, "Low-Cost PCB Antenna for UWB Applications", IEEE Antenna and Wireless Propagation Letters, Vol. 4, 2005, pp.237-239.
- [2] J.Liang, C.C.Chiau, X.Chen and C.G.Parini, "Study of a Printed Circular Disc Monopole Antenna for UWB Systems," IEEE Trans. on Antenna and propagation, Vol.53, No.11, Nov 2005, pp.3500-3504.
- [3] HSchantz, "Bottom fed planar elliptical uwb antennas," The Proceedings of the 2003 IEEE UWBST Conference.
- [4] J.R.Verbiest and G.A.E.Vandenbosch, "A Novel Small-Size Printed Tapered Monopole Antenna for UWB WBAN," IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, vol.5, 2006, pp.377-379.
- [5] S.H.Choi, J.K.Park, S.K.Kim and J.Y.Park, "A New Ultra-Wideband Antenna for UWB Applications", Microwave and Optical Technology Letters, Vol.40, No.5, March 2004, pp.399-401.

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>