

doi:103969/j. issn. 0490-6756. 2013. 03. 022

## 具有带阻特性的超宽带天线

程小双, 华伟

(四川大学电子信息学院, 成都 610064)

**摘要:** 提出了一种新型共面波导(CPW)馈电的, 具有带阻特性的平面单极子超宽带(UWB)天线。为了抑制与 WLAN、WiMax 系统的干扰, 通过在天线平面上开槽, 从而达到了在天线频段上的带阻特性。该天线回波损耗  $S_{11} \leq -10$  dB 的工作频带带宽达到了 2.75~11 GHz, 并且在 2.75~3.29 GHz、4.1~4.9 GHz、6.08~8 GHz 频带内形成阻带。利用电磁仿真软件优化, 并绘出天线的方向图, 结果表明该设计方法的有效性。

**关键词:** 带阻; 共面波导; 超宽带; 辐射方向图

**中图分类号:** TN82      **文献标识码:** A      **文章编号:** 0490-6756(2013)03-0541-04

## Ultra-wideband antenna with band-notch characteristics

CHENG Xiao-Shuang, HUA Wei

(School of Electronics and Information Engineering, Sichuan University, Chengdu 610064)

**Abstract:** A new planar monopole UWB antenna with CPW-fed and sharp band notch characteristics is proposed. To suppress interference from the WLAN and WiMax system, notches are cut in the planar antenna and a frequency band notch function is thus created in the WLAN frequency range. The antenna offers an excellent operating frequency range from 2.75 GHz to 11 GHz ( $S_{11} < -10$  dB), and possesses band notch from 2.75~3.29 GHz, 4.1~4.9 GHz, and 6.08~8 GHz. The radiation patterns of the antenna are illustrated with the electron magnetic simulation software CST and the results indicate the design is reasonable.

**Key words:** band-notched, coplanar waveguide, ultra-wideband, radiation

## 1 引言

近年来, 随着无线通讯技术的发展, 具有高数据传输率、低成本、抗干扰能力强的 Ultra Wide Band(UWB)通信系统得到了迅速发展。特别是美国联邦通信协会(FCC)于 2004 年将 3.1~10.6 GHz 作为 UWB 通信频段提出来以来, 各种各样的微带天线<sup>[1,2]</sup>被用于 UWB 通信系统。随着通信协议的增多, 频谱资源分配越来越紧张, 为了实现 UWB 和 Wireless Local Area Network(WLAN)、

Worldwide For Microwave Access (WiMax) 的电磁兼容, 各式各样的具有带阻特性的超宽带天线已经被研制出来, 例如: 折叠贴片天线<sup>[3]</sup>, 偶极子天线<sup>[4]</sup>, 方形闭环单极子天线<sup>[5]</sup>, 交叉缝隙天线<sup>[6]</sup>, G 型单极子天线<sup>[7]</sup>。但是这些具有阻带特性的天线仅兼容 WLAN 系统, 而不支持 WiMax 系统。文献[8~10]提出了同时兼容 WLAN 与 WiMax 的阻带天线, 然而这些天线结构比较复杂, 天线的辐射单元均印制在介质基片的两侧, 并且文献[9~10]要通过过孔给天线馈电。这样给工艺的实现造成了困

收稿日期: 2012-04-28

作者简介: 程小双(1986—), 女, 河南安阳人, 硕士研究生, 主要研究领域为宽带多频天线。E-mail: double8264773@163.com

通讯作者: 华伟。E-mail: hua23557@163.com

难,又增大了成本.

文中提出了一种结构简单的,可以同时兼容 WLAN 与 WiMax 系统的带阻特性平面单极子超宽带天线. 天线采用共面波导馈电,通过在天线平面上开槽,从而获得带阻特性. 并利用电磁仿真软件对天线进行建模和仿真分析. 通过仿真和测试,研究了天线的工作特性. 结果表明,该天线的工作频带为 2.75~11 GHz,其中在 2.75~3.29 GHz、4.1~4.9 GHz、6.08~8 GHz 频带内形成很好的带阻特性. 同时在天线的通带内具有良好的全向辐射方向图,因而具有一定的使用价值.

## 2 天线原理与结构设计

该天线的结构如图 1 所示,介质基板大小为 40 mm×40 mm×0.8 mm,相对介电常数为 4.4,辐射贴片是一个花型的金属贴片,尺寸为 WxL. 为了获得理想的宽频带性能,在天线接地板的底部左右各开了一个带有圆切角且尺寸为 10 mm×5 mm 矩形槽. 采用阻抗为 50Ω 的共面波导进行馈电,金属导带的宽度为 s,缝隙宽为 g. 贴片和共面波导之间的间距为 t. 为了获得带阻特性,辐射贴片上开了两个 H 型槽和一个 U 型谐振器(由两个相互嵌套的 U 型槽组成),其中两个 H 型槽宽度分别为 0.2 mm、0.4 mm,U 型谐振器宽度为 0.3 mm.

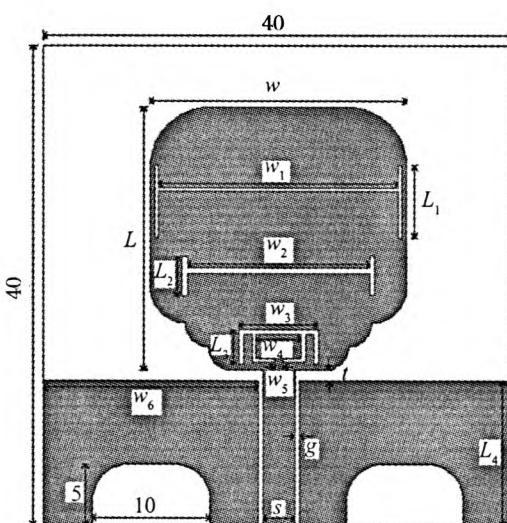


图 1 天线基本结构图

Fig. 1 Geometry of the proposed antenna

在设计带阻 UWB 天线之前先设计一个工作于 2.75~11 GHz 的无带阻特性的 UWB 天线,然后在该天线上开槽,实现带阻特性. 开槽之后天线

的阻抗发生了变化,因此对贴片和共面波导的间距进行了调整,以获得最佳的阻抗匹配. 最终确定各个几何参数,如表 1 所示

表 1 天线的基本结构尺寸

Tab. 1 Final optimal dimensions of proposed antenna

参数	尺寸参量 (mm)	参数	尺寸参量 (mm)
W,L	22	t	0.8
W1	20.6	s	2.8
W2	15.6	g	0.3
W3	6.7	L1	5.8
W4	3.9	L2	2.8
W5	0.7	L3	3.85
W6	18.3	L4	12

文中天线带阻特性的实现是由槽的尺寸、形状、位置所决定的. 其中较长的 H 型槽决定天线的第一个阻带,较短的 H 型槽决定天线的第二个阻带,而第三个阻带则是由位于辐射贴片底部的 U 型谐振器决定的. 并且每个阻带的中心频率可由对应的槽单独的调节,为此增加了天线阻带的灵活性. 这三个槽的总体长度均为期望阻带中心频率对应波长的 1/2. 槽的特性可由经验公式(1)计算:

$$\lambda_n = \frac{c}{f_{notch} \sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (1)$$

式中: c 为真空中的光速,  $\epsilon_{eff}$ 、 $f_{notch}$ 、 $\lambda_n$  分别为有效介电常数, 阻带中心频率和阻带中心频率的波长.

基本原理就是在天线结构里引入需要抑制频率的“LC 谐振回路”,通过改变槽的位置和尺寸,相当于改变了构成回路的 LC 值,从而影响了需要抑制的中心频率和相应的阻带频率宽度. 文中通过软件仿真,验证了这种结构的合理性. 即相当于引入了相应频率上的带阻滤波器,使得该中心频率上天线的阻抗特性变差.

## 3 天线仿真与测试结果

为了实现 UWB 和 WLAN、WiMAX 的电磁兼容,在辐射贴片上开槽,从而使天线具有带阻特性. 天线的回波损耗仿真和测试曲线如图 2 所示. 从仿真的结果和测试的结果可以看出,二者吻合的较好,误差主要是由于天线的制造误差引起的. 同时图 3 也给出了相同尺寸的未开槽天线仿真的回波损耗. 可以看出阻带天线在 2.75~11 GHz 范围

内回波损耗  $S_{11} \leq -10$  dB, 但在 2.75~3.29 GHz、4.1~4.9 GHz、6.08~8 GHz 频段内天线回波损耗  $S_{11} \geq -10$  dB, 这表明该天线具有带阻特性, 从而减少了系统间的干扰.

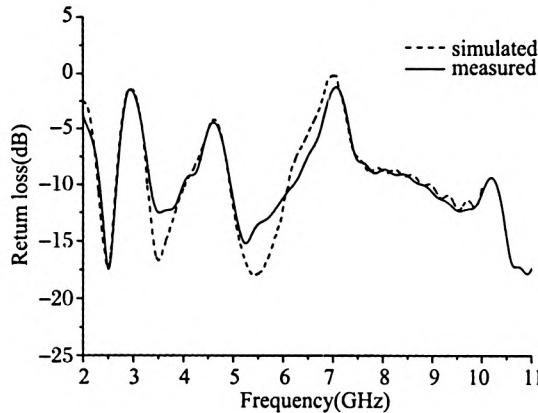


图 2 带阻天线的仿真和测试回波损耗

Fig. 2 Simulated and measured return loss of the band-notched antenna

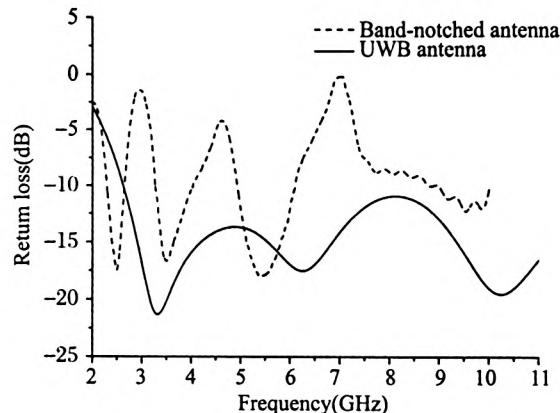
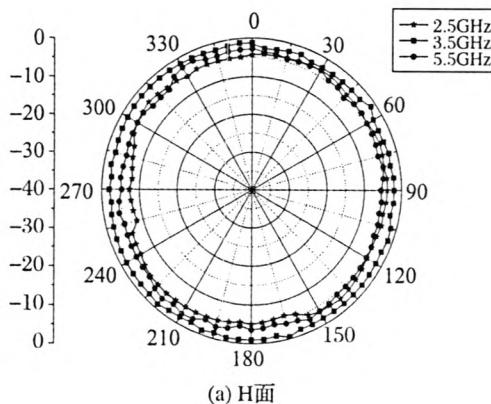
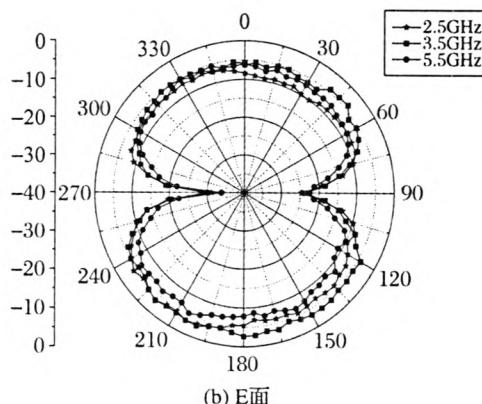


图 3 带阻天线和 UWB 天线的回波损耗仿真

Fig. 3 Simulated return loss of the band-notched antenna and the UWB antenna



(a) H面



(b) E面

图 4 天线的实测辐射方向图

Fig. 4 Measured radiation pattern of the antenna

天线的阻抗带宽并不能说明天线的性能, 必须对天线在不同频率下的方向图进行分析。因此文中对天线在 2.5 GHz、3.5 GHz、5.5 GHz 下的辐射方向图进行分析。其辐射方向图测试结果如图 4 所示。从图 4 可以看出, 该天线的 H 面辐射方向图为全向辐射, 并且在不同的频率基本一致, 而 E 面辐射方向图类似于单极子天线的辐射形式, 且有较好的一致性。

## 4 结 论

文中提出了一种新型 CPW 镂电, 具有带阻特性的 UWB 天线, 通过在辐射贴片上开槽, 成功的抑制了与 WLAN、WiMAX 系统的电磁干扰。实现了 UWB 和 WLAN、WiMAX 的电磁兼容。并且在

通带内具有较稳定的全向辐射方向图。该天线具有平面印制结构、低剖面、尺寸小、易于与有源无源电路集成等优点。因此是一种性能较好, 具有一定使用价值的天线。

## 参 考 文 献:

- [1] Xiao J X, Wang M F, Li G J. A ring monopole antenna for UWB application [J]. Microwave and Optical Technology Letters, 2010, 52(1): 179.
- [2] Kohestani M, Golpour M. Compact rectangular slot antenna with a novel coplanar waveguide fed diamond patch for ultra wideband applications [J]. Microwave and Optical Technology Letters, 2010, 52(2): 331.
- [3] Yunus M M, Misran N, Islam M T. Dual Band Folded Patch Antenna for WLAN Operation [J]. Space

Science and Communication, 2009.

- [4] Su S W, Chou J H. Low-cost flat metal-plate dipole antenna for 2.4/5 GHz WLAN operation [J]. *Microwave Opt Technol Lett*, 2008, 50(6): 1686.
- [5] Zhang L, Jiao Y C, Zhang F S. Broadband dual-band CPW-fed closed square ring monopole antenna with a vertical strip for WLAN operation [J]. *Microwave Opt Technol Lett*, 2008, 50: 1929.
- [6] Wu C M. Dual-band CPW-fed cross-slot monopole antenna for WLAN operation [J]. *IET Microw. Antennas Propag.*, 2007, 1 (2): 542.
- [7] Liu W C. Optimal design of dualband CPW-fed G-shaped monopole antenna for WLAN application [J]. *Progress In Electromagnetics Research*, 2007, 74: 21.
- [8] Pan C Y, Horng T S, Chen W S, et al. Dual wide-band printed monopole antenna for WLAN/WiMAX applications [J]. *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, 2007, 6: 149.
- [9] Wang Y F, Sun B H, He K, et al. A compact tri-band antenna for WLAN/WiMax applications [J]. *Microwave Opt Technol Lett*, 2011, 53(10): 2371.
- [10] Thomas K G, Sreenivasan M. A novel triple band printed antenna for WLAN/ WiMAX applications [J]. *Microwave Opt Technol Lett*, 2009, 51: 2481.

[责任编辑: 伍少梅]

## 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](http://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](http://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](http://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>