

(2) 方向图

在用HFSS仿真时, 设定同轴线上激励电流 $I=1A$, 在HFSS上仿真出方形切角天线单元E面和H面的方向图如图7所示。

显然, 该天线元具有较好的单向辐射特性。

按照我们设计的圆极化天线, 完全满足RFID的设计和使用要求。

3 结束语

园极化微带天线的增益、极轴比、带宽、方向图等多项技术指标是互相联系、互相影响的, 设计中不可能全都满足, 肯定存在顾此失彼的情况。提高园极化微带天线的性能, 要从以上各个指标中, 按工程需要找出一个平衡点。本文给出的带调配分支切角微带天线具有较好的带宽特性和方向图, 应该是构成园极化微带阵列天

线的理想辐射单元。

参考文献

- [1] I. J. 鲍尔著, 梁联倬译. 微带天线[M]. 北京: 电子工业出版社, 1987.
- [2] 张 钧, 刘克诚. 微带天线理论与工程[M]. 北京: 国防工业出版社, 1993.
- [3] Mohamed Sanad, Noha Hassan Amant, An internal integrated microstrip antenna for PCS / Cellular telephone and other hand-held portable communication equipment[J]. . Microwave Journal, 1998, 41(7): 64-67.
- [4] T. S. P. See and Zhi Ning Chen, Slot-Loaded center-fed microstrip patch antenna[J]. MICROWAVE AND OPTICAL TECHNOLOGY LETTERS, 2002, 34(3): 227. 231

基于部分圆形的平面超宽带天线的设计与研究

张文梅 窦海鹏 张静云 陈雪

(山西大学物理电子工程学院, 山西 太原 030006)

摘要: 本文提出了几种新型的平面超宽带单极天线, 这几种天线都采用了部分圆形贴片结构, 使得天线的工作带宽被大大的展宽。通过数值分析和实验结果表明, 这些天线都获得极宽的工作带宽, 完全满足超宽带天线 $3.1\sim10.6\text{GHz}$ 的带宽要求。同时, 具有良好、稳定的全向辐射特性和较高的增益, 是具有良好理论参考意义与实用价值的天线。

关键词: 超宽带天线, 宽缝隙天线; 部分圆形贴片

中图分类号: TN82 ; TN91

Study and design of planar UWB antennas based on Partial-Circular

ZHANG Wen-mei DOU Hai-peng

ZHANG Jing-yun CHEN Xue

(College of Physics and Electronics, Shanxi University, Shanxi, taiyuan, 030006, China)

Abstract: In this paper, several novel planar UWB monopole antennas were proposed. All of the antennas employ Partial-Circular patch, which makes the bandwidth widen greatly. The measured results show that these monopole antennas with extremely wide bandwidth can satisfy the application of UWB system in the range of $3.1\sim10.6\text{GHz}$. Meanwhile, relative stable and good omni directional radiation performance and high gain have also been achieved. These antennas is useful in practice.

Key words: ultra-wideband (UWB), wide-slot antenna, coplanar waveguide (CPW)

1 引言

近年来, 随着无线通信技术的日益普及, 超宽带(Ultra-Wide Band, UWB)无线通信技术以其低功耗、高带宽、低复杂度等优点而倍受重视, 已成为目前无线通信的一大研究热点。

与其他系统的天线相比, 超宽带通信系统的天线必须具有体积小、带宽宽、辐射功率低和全向覆盖等特点。这几年, 国际上已研究了不少新型的超宽带天线, 文献^[1-3]提出的新型结构是平面印刷单极天线, 该类型天线不需要另加与之垂直的

地板，其辐射贴片与地板在一个介质面上，中间通过共面波导进行馈电。文献^[4]中的超宽带天线则是采用宽缝隙结构，这类天线已由最早出现的渐变式缝隙结构发展为现在的边射式宽带印刷缝隙结构，但工作带宽也只是在 $VSWR < 2$ ，即输入反射系数小于 -10dB 时，可达到 2~10GHz。另外，文献^[5~6]中提到的天线是微带线结构的超宽带天线，其工作带宽为 2~7GHz。

本文提出了几种基于部分圆形贴片的超宽带滤波器。前两种天线采用共面波导馈电的结构，辐射贴片与地板在一个介质面上。它们具有比微带线馈电方式更低的辐射损耗、更小的散射，其阻抗特性和相速对介质层厚度的依赖性很小，而更多地依靠导体表面的平面尺寸，而且天线不需要进行任何加载，就可以得到很好的性能。后一种天线则是采用微带线结构，经过对其尺寸的优化，也得到了很宽的频带特性。三种新型的天线都满足超宽带天线 3.1~10.6GHz 的带宽要求，同时，在工作频带内具有良好的近似全向辐射特性，因此，是具有实用价值的超宽带天线。

2 共面波导馈电的单极天线

2.1 圆形共面波导馈电的单极天线

图1给出了圆形共面波导馈电的单极天线（天线 I）的结构示意图，其中天线的尺寸为 $50 \times 50\text{mm}^2$ ，所用介质的相对介电常数是 3.4，厚度是 2mm。共面波导接地板的尺寸为 $w_1 \times w_2$ ，辐射单元为部分圆形贴片，半径为 R ，贴片距接地板的距离为 d_1 ，非圆形部分长为 d_2 ，中心导带与接地板之间的缝隙宽为 d_3 ，中心导带宽为 d_4 。部分圆形的直线部分与共面波导的接地板之间的耦合与两者距离及耦合长度有关。通过调节耦合的强弱，可以改变共面波导的输入阻抗，以及天线的辐射电阻，从而改变天线的工作频率。

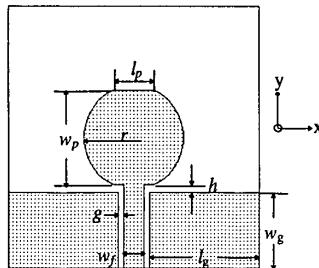


图 1 圆形共面波导馈电的单极天线结构（天线 I）
($R=10\text{mm}$, $d_1=1.4\text{mm}$, $d_2=12\text{mm}$, $d_3=1\text{mm}$, $d_4=4.2\text{mm}$)

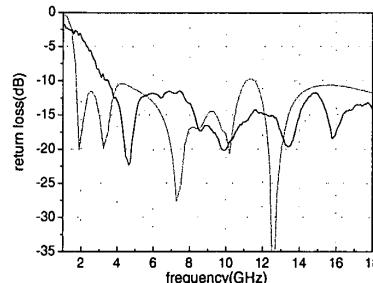
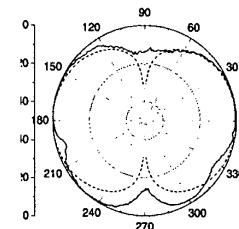


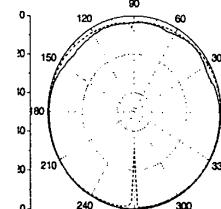
图 2 天线 I 的反射损耗曲线（—仿真结果；—测试结果）

通过电磁仿真软件 Ensemble SV 对上述天线进行了仿真，由于天线采用共面波导馈电，介质板的厚度、介电常数的大小以及其他参数对天线反射损耗的影响不太明显，对天线性能影响较大的因素主要是 d_1 、 d_2 、 R ，其他参数的影响较小，通过调节圆形贴片与地板之间的距离可以很好的控制天线的最大和最小工作频率。之后，采用 Agilent N5230A 矢量网络分析仪对作出的样品进行测量，仿真与实测的结果如图 2 所示。可见实测的天线低端频率比仿真结果稍高，这是由于用来馈电的 SMA 连接器对此类结构的天线影响较大。但是，从 3GHz 到 18GHz 的频段内，输入反射系数都低于 -10dB ，表明天线具有超过 1: 7 的阻抗带宽。

图 3 是天线 I 在几个典型频率上的辐射方向图，可见，H 面具有近似全向的辐射特性，随着工作频率的变化，方向图的形状基本能保持稳定不变。



(a) E-plane at 3.5GHz



(b) H-plane at 3.5GHz

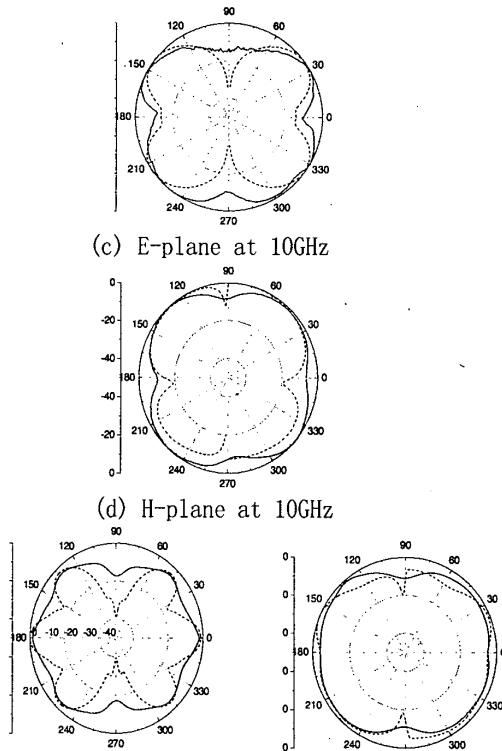


图3 天线I的辐射方向图(- - 仿真结果; ——测试结果)

2.2 宽缝隙共面波导馈电的单极天线

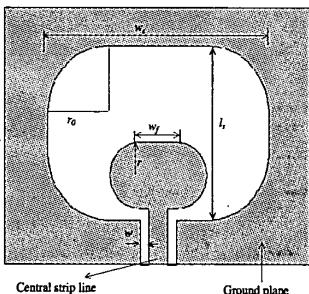


图4 宽缝隙共面波导馈电的单极天线结构(天线II)
($w_s=30\text{mm}$, $l_s=26.7\text{mm}$, $w=7.6\text{mm}$, $r=8.3\text{mm}$, $w_t=1.5\text{mm}$)

与上一种天线略有不同,此节提出的天线采用一个四角都是四分之一圆弧的长方形缝隙结构(天线II),它能在宽的工作频率范围内达到好的阻抗匹配。天线的结构如图4所示,四角带有圆弧的长方形宽缝隙和辐射贴片均在一个介质面上,中间通过共面波导进行馈电。辐射贴片的形状在圆形的基础上做了一些改进,上下两边均采用直线设计,而左右两边设计成半圆弧形,这种形状的天线可以使单极贴片与地板缝隙的阻抗随频率变化形成互补,从而使得天线在很宽的频率范围内都能达到良好的匹配。天线尺寸为

$35 \times 35\text{mm}^2$,共面波导与接地板之间留有宽为 w 的缝隙。宽缝隙四角圆弧的半径为 r_0 ,辐射贴片侧面半圆弧的半径为 r 。通过调节宽缝隙及贴片的尺寸,即可获得满意的带宽及特性。

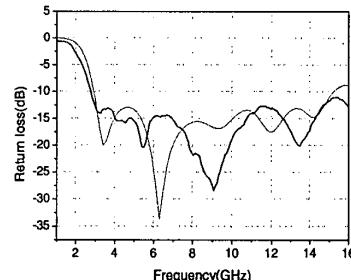


图5 天线II的反射损耗(- - 仿真结果; ——测试结果)

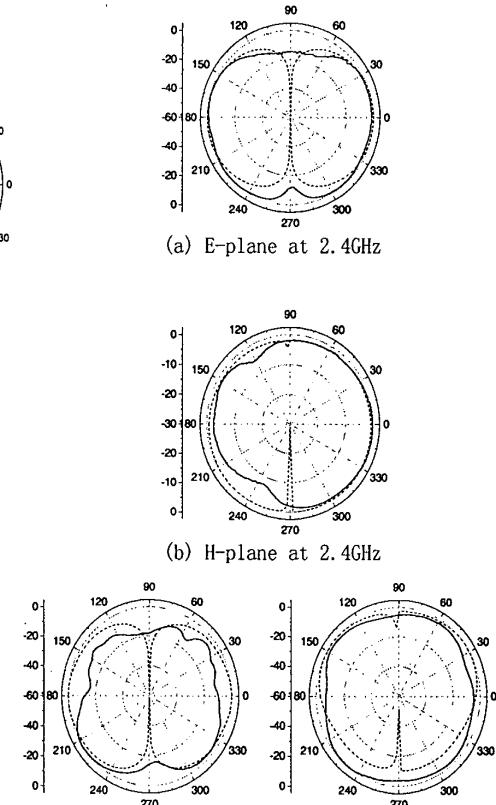


图6 天线II的辐射方向图(- - 仿真结果; ——测试结果)

经研究发现,宽缝隙四角圆弧 r_0 与贴片圆弧半径 r 对天线带宽特性影响较大,通过调节 r_0 与 r 的比值即 r_0/r 可以很好的控制天线的工作带宽。当 $r_0/r=1.4\sim1.8$ 时,好的阻抗带宽便可以得到。天线II样品选用介电常数为3.38,厚度为1mm的介质材料,它的反射损耗测试结果与仿真结果如图5所示,可见实测结果与仿真结果基本吻合,从2.4GHz到16GHz的频段内,输入反射

系数都低于-10dB，表明天线具有超过1:7的阻抗带宽。另外，图6给出了天线在工作频率为2.4GHz、10GHz时，E面和H面的主极化辐射方向图。由图可见，主极化面的测试与仿真结果基本一致，尤其H面具有近似全向的辐射特性，随着工作频率的变化，方向图的形状基本能保持稳定不变。

3 微带线馈电的宽缝隙超宽带天线

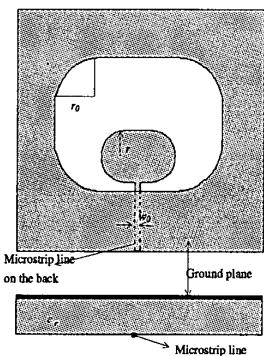


图7 微带线馈电的宽缝隙超宽带天线结构（天线III）
($r_0=14.4\text{mm}$, $r=8.3\text{mm}$, $w_0=1\text{mm}$)

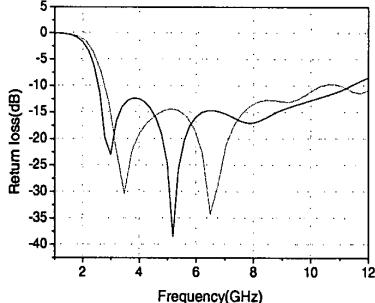


图8 天线III的反射损耗特性(仿真结果；一测试结果)

本文提出的第三种天线是微带线馈电的宽缝隙超宽带天线（天线III），天线结构如图7所示。天线III的结构与天线II的基本相同，只是将共面波导馈电形式改成了微带线馈电的形式，即微带贴片与接地板分别置于介质板的两端，在接地板上开一个四角都是圆弧的矩形槽，通过接地板的宽缝隙与长圆形贴片形成强耦合，从而形成宽的工作带宽。天线III选用的介质材料与天线II相同。图8给出天线III的反射损耗特性曲线，从图中可以看出，微带线馈电结构的天线与和其形状相同但用共面波导馈电的天线相比，带宽稍有减小，但此天线依然在2.4~12GHz的带宽范围内保持了良好的特性，且测试结果与仿真结果基本相同，完全可以满足超宽带3.1~10.6GHz的带宽需要。也是一种有实用价值的天线。

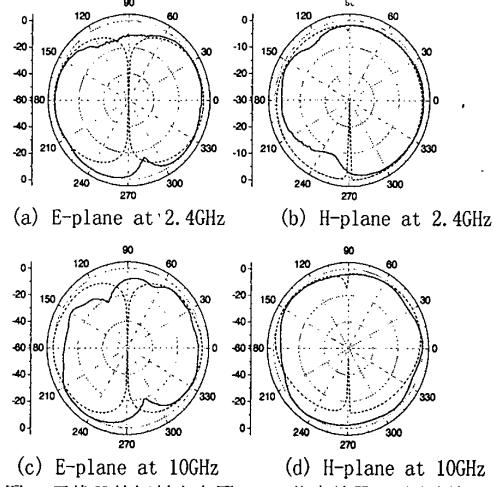


图9 天线II的辐射方向图(- - 仿真结果；—测试结果)

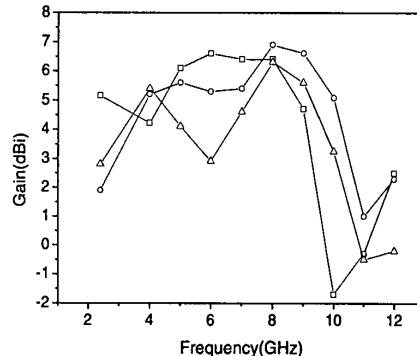


图10 三种天线的测量增益
(—□—天线I, —○—天线II, —△—天线III)

图9给出天线III在工作频率为2.4GHz、10GHz时，E面和H面的主极化辐射方向图。结果表明天线III采用微带线馈电的结构依然可以在整个带宽内得到好的，近似全向的辐射特性。而且主极化面的辐射趋势与天线II的基本相同，这说明两种馈电形式的超宽带天线都可以在极宽的工作带宽内达到较强的辐射，满足工程应用的需要。另外，三种天线的测量增益如图10所示，三种天线的增益变化趋势大致相同，天线I和天线II在4~9GHz带宽范围内增益趋于平坦，都能满足大于5dBi，天线III的增益特性稍差，但也能满足大于3dBi。9GHz以后天线增益有所下降，通过比较发现，天线II的增益特性最好，在整个频带内都能满足大于1dBi，而且最大增益为7dBi。

4 结论

本文提出了两种新型的采用共面波导馈电的单极天线和一种采用微带结构的超宽带天线。天线I通过调整天线贴片与共面波导的接地板之间的距离，可以灵活调整天线的工作频率范

围, 优化后的天线可以达到 7:2:1(反射损耗 <-10dB)的比带宽, 及 148%的阻抗带宽; 天线 II 利用四角带有圆弧的宽缝隙和长圆弧形贴片这种互补的独特结构, 实现了带宽的展宽。该天线反射损耗<-10dB 的阻抗带宽可以达到 136%, 同时保持了良好的全向辐射特性。天线III利用地板上的宽缝隙和微带贴片之间的耦合也获得了 2. 4~12GHz 的阻抗带宽。这三种天线设计结构简单, 可以很好地满足超宽带 (UWB) 无线通信以及宽带无线局域网 (WLAN) 的应用需求, 也便于与系统整体集成。

参考文献:

- [1] C. Laohapensaeng, C. Free and I. D. Robertson. Simplified analysis of printed strip monopole antenna fed by a CPW [J]. Asia-Pacific Microwave Conference Proceedings, 2005, 2908~2911.
- [2] K. Chung, T. Yun and J. Choi. Wideband CPW-fed monopole antenna with parasitic elements and slots [J]. IEE Electronics Letters, 2004, 40(17)
- [3] Xian-Ling Liang, Shun-Shi zhong, Feng-Wei Yao. Compact UWB tapered-CPW-fed planar monopole antenna [J]. Asia-Pacific Microwave Conference Proceedings, 2005.
- [4] Horng-Dean Chen. Broadband CPW-fed square slot antenna with a widened tuning stub [J]. IEEE Trans Antenna and Propagation, 2003, 51(8): 1982~1986.
- [5] Jia-Yi Sze and Kin-Lu Wong. Bandwidth enhancement of a microstrip-line-fed printed wide-slot antenna [J]. IEEE Trans Antennas and Propagation, Vol. 49, No. 7, 2001: 1020~1024. Haeng-Lyul Lee, Hyun-Jin Lee, Jong-Gwan Yook and Han-Kyu Park. Broadband planar antenna having round corner rectangular wide slot [J]. IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium, San Antonio[C]. Texas, USA, 2002, 460~463

基于遗传算法的宽频带微带天线优化设计

欧阳骏 杨峰 聂在平

(电子科技大学电子工程学院, 成都 610054)

摘要: 微带天线的宽带设计一直是微带天线设计中一个较为困难的环节, 本文详细阐述了采用遗传算法作为优化的工具, 并在程序中直接调用 IE3D 的求解器 (MOM) 进行计算, 然后提取相关参数进行 GA 优化的全过程。最后得到优化后的天线带宽是优化前天线带宽的 3 倍多。

关键词: 遗传算法, 宽频带, 微带天线

Design Boardband Microstrip antennas using Genetic Algorithm

Ouyang Jun Yang Feng Nie zai-ping

Abstract: Though It's difficult to design boardband microstrip antennas, we use genetic algorithm and IE3D(MOM) to optimize. And we introduce the details in this paper. Then the final results are found that the optimized microstrip antenna achieved more than three times improvement in impedance bandwide.

Key words:genetic algorithm, boardband, microstrip antenna

1. 引言

微带天线由于其体积小, 重量轻, 增益高等优点而被广泛使用。但是由于其带宽窄, 在很多领域无法直接利用, 所以针对微带天线的宽带化研究者们进行了很多深入的研究, 比如文献[1]

利用馈电端的宽带匹配技术得到了一种展宽微带天线带宽的方法, 文献[2]则利用多谐振点的多层结构设计出一款宽带微带天线, 文献[3]利用在贴片上开 U 型槽的方式展宽了微带天线的带宽。文献[4]采用的是 L 型馈电来展宽频带, 文献[5]描述了一种 E 型宽带微带天线。本文则

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>