

一种新型的超宽频天线的设计

吴毅强, 胡少文, 廖昆明, 周辉林, 邓 淼

(南昌大学 电子信息工程系, 江西 南昌 330031)

摘 要:提出了一种微带馈电的新型超宽频的天线, 该天线印刷在覆铜介质基板上, 介质基板尺寸为 $30.0\text{ mm} \times 35.0\text{ mm} \times 1.6\text{ mm}$, 材料是介电常数为 4.4 的 FR4 介质, 利用仿真软件 HFSS 对天线参数进行仿真和优化。通过在微带面上开缝, 可实现天线频带宽度(回波损耗 $S_{11} < -10\text{ dB}$) $2.6 \sim 11.5\text{ GHz}$, 相对带宽达 126%。结果表明, 该设计天线不仅满足超宽带要求, 且结构简单, 体积小, 适合在超宽带天线(UWB)通信中应用。

关键词:微带馈电; 超宽带天线(UWB); 微带开缝

中图分类号: TN92

文献标识码: A

Design of a Novel Ultra-Wideband Antenna

WU Yiqiang, HU Shaowen, LIAO Kunming, ZHOU Huilin, DENG Miao

(Dept. of Electronic Information, Nanchang University, Nanchang 330031, China)

Abstract: A novel microstrip-fed ultra-wideband antenna is proposed in this paper. The antenna was etched on a copper-cladding substrate. The size of the substrate is $30\text{ mm} \times 35\text{ mm} \times 1.6\text{ mm}$ and the substrate material uses FR4 with relative permittivity of 4.4. The antenna parameters have been simulated and optimized by using the simulation software HFSS. The bandwidth (return loss $\leq -10\text{ dB}$) starts from 2.6 GHz up to 11.5 GHz that means a relative bandwidth of 126% by slotting on the surface of microstrip. The results show that the designed antenna not only realizes UWB but also is simple in structure, small in size and suitable for UWB communications.

Key words: microstrip-fed; ultra-wideband antenna (UWB); microstrip slotted

0 引言

近年来,随着对无线通信需求的不断增加,超宽带技术作为一种短距离高速率无线通信技术越来越受到人们的关注。2002年,美国 FCC 规定超宽带天线(UWB)频段为 $3.1 \sim 10.6\text{ GHz}$, 小型化 UWB 引起国内外学术界的广泛关注^[1-3]。为了实现微带印刷偶极子天线宽带性能,国内外学者提出了多种多样的天线结构, U 槽贴片天线、蝴蝶结形及单极子天线等被广泛应用于 UWB 通信,但目前这些天线体积较大。文献[4]设计的天线采用的是将等腰梯形与圆弧形相结合的方式对地板进行开槽实现带宽(电压驻波比 $VSWR < 2$)为 $3 \sim 11.8\text{ GHz}$, 出于实际制作和应用的考虑,本文是在微带贴片辐射元上开缝,设计一种能满足 UWB 通信的小型化超宽带天线,便于和射频电路集成,并利用仿真软件 HFSS 对天线进行建模和优化,实验表明所设计的

天线能很好地满足超宽带应用的需求。

1 天线结构设计

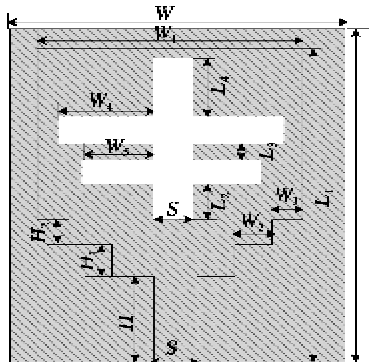
微带天线是在带有导体接地板的介质基片上贴加导体薄片而形成的天线,它利用微带线或同轴线等馈线馈电,在导体贴片与接地板间激励器射频电磁场,并通过贴片四周与接地板间的缝隙向外辐射。通常介质基片的厚度远小于波长,而馈电网络又可与天线结构一起制成,剖面薄,体积小,从而实现了小型化。微带导体贴片一般采用规则形状的面积单元,如矩形、圆形或圆环形薄片的微带贴片,由于相同的频率工作时,矩形贴片可获得比圆形贴片稍高的效率、增益及更宽的频带,然而增大天线带宽的方法有采用多贴片、缝隙加载、集总元件加载(包括短路针)及双馈点等^[5-9]。这些方式各有利弊,如多贴片和集总元件加载都会使天线的结构变复杂,而双馈点时谐振频率调谐范围受限,开槽可能改变

收稿日期:2012-05-04

基金项目:国家自然科学基金资助项目(61062009)

作者简介:吴毅强(1959-),男,江西上饶人,副教授,学士,主要从事射频与微波技术及其应用的教学与研究。E-mail: wyq555@126.com;
通信作者:胡少文(1987-),男,江西南昌人,硕士生,主要从事射频微波技术与天线设计的研究。E-mail: hsw5055613@126.com。

谐振频点等。因此,在设计时,并需综合考虑,使相应参数满足设计要求。本文采用的天线的基本结构如图1所示。优化后的尺寸如表1所示。该天线印刷在覆铜介质基板上,由接地面、缝隙贴片单元、馈电结构组成。介质基板尺寸为 $30.0\text{ mm}\times 35.0\text{ mm}\times 1.6\text{ mm}$,接地面的尺寸为 $30.0\text{ mm}\times 11.5\text{ mm}$,缝隙的宽度都是 0.5 mm 。材料是介电常数为4.4的FR4介质,采用缝隙贴片单元与接地面进行馈电。其实影响天线辐射性能的因素有好多,主要是由辐射贴片的尺寸和几何形状、缝隙的尺寸决定,在HFSS中建立模型,对天线几何尺寸进行优化。



益如图5所示。在2.6~11.5 GHz全频带内,增益大于3.6 dB。天线的仿真增益在3.6~4.18 dB范围内波动。最大增益为4.18 dB,比一般的微带天线增益大^[10-12]。由图可看出,天线的增益随着频率的增高而逐渐增大,可达4.18 dB;频率高于4.5 GHz时,天线的增益处于一个较平坦趋势,天线在高频段的增益较高是因为天线匹配较好。因此,此天线能达到很好的性能,满足UWB通信的需求。

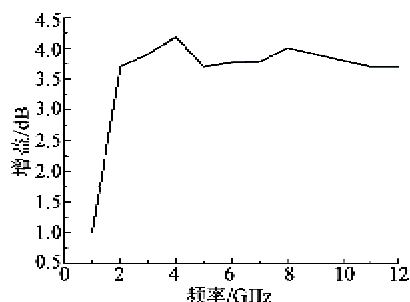


图5 天线的增益

3 天线制作

为了验证所设计的天线的实用性和有效性,利用HFSS对所设计的天线进行了综合优化,优化尺寸如表1所示。对该天线进行实际加工和测试,并利用矢量网络分析仪对天线实物进行测试,实物图和测试的反射系数如图6所示。由图可看出,仿真的天线回波损耗和实际测试的回波损耗基本上吻合,仅在6~18 GHz间有偏差,其主要是由介质板厚度,开缝尺寸和位置等因素造成。但实测结果基本上也满足超宽带的要求。

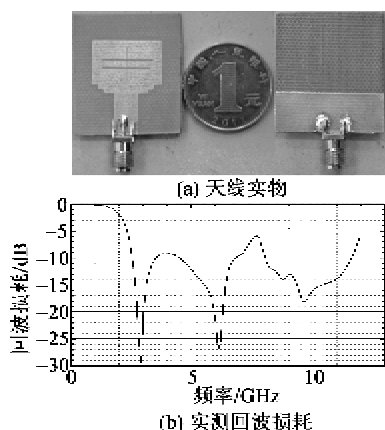


图6 天线实物和实测回波损耗

4 结束语

本文提出了一种简单的开缝实现超宽带工作的微带天线,分析了不同尺寸的辐射贴片对天线带宽的影响。此天线的结构能产生超宽带,且减少了天

线的尺寸,其原理就是通过使用这种贴片与开缝的结构,减少了电流的突变,其作用是改变天线面上电流分布,改善了天线的阻抗特性,且减少了电阻和电抗的波动幅度,使其形成良好的匹配。此天线具有良好的方向性能和增益性能。通过对天线参数的优化,该微带馈电的天线可工作在2.6~11.5 GHz的频带范围内。该天线结构简单,易加工制作,满足目前超宽带通信需求。

参考文献:

- [1] REN Y J, CHANG K. An annular ring antenna for UWB communications [J]. *IEEE Antennas Wireless Propagation Letters*, 2006, 5(5): 274-276.
- [2] CHEN Y L, RUAN C L, PENG L. A novel ultra-wide-band bow-tie slot antenna in wireless communication systems [J]. *Progress In Electromagnetics Research Letters*, 2008, 1(5): 161-168.
- [3] 张文梅, 陈雪, 韩国瑞, 等. 平面超宽带天线的设计与研究 [J]. *电波科学学报*, 2008, 23(2): 335-339.
ZHANG Wenmei, CHEN Xue, HAN Guorui, et al. The design and research of planar ultra wideband antenna [J]. *Journal of Radio Science*, 2008, 23(2): 335-339.
- [4] 赵红梅, 田向, 路立平. 一种新型平面超宽带天线的设计 [J]. *电信科学*, 2011, 27(8): 74-78.
ZHAO Hongmei, TIAN Xiang, LU Liping. A novel planar UWB antenna design [J]. *Telecommunications Science*, 2011, 27(8): 74-78.
- [5] 李伟文, 黄长斌, 游佰强, 等. 超宽带印制矩形单极天线的设计 [J]. *微波学报*, 2010, 26(2): 30-34.
LI Weiwen, HUANG Changbin, YOU Baiqiang, et al. The design of ultra-wideband printed rectangular monopole antenna [J]. *Microwave Journal*, 2010, 26(2): 30-34.
- [6] RYU K S, KISHK A A. UWB antenna with single or dual band-matches for lower WLAN band and upper WLAN band [J]. *IEEE Tran Antennas Propag*, 2009, 57(12): 3942-3950.
- [7] LIN Chen, ZHANG Fushun, JIAO Yongchang, et al. A three-fed microstrip antenna for wideband circular polarization [J]. *IEEE Microwave and Wireless Components Letters*, 2010, 9: 359-362.
- [8] 章伟, 赵田野, 鄢泽洪. 3.1~17 GHz的带阻超宽带单级天线 [J]. *电子科技*, 2010, 23(1): 65-67.
ZHANG Wei, ZHAO Tianye, YAN Zehong. 3.1~17 GHz band-stop single-stage ultra-wideband antenna [J]. *Electronic Science and Technology*, 2010, 23(1): 65-67.

(下转第292页)