

一种小型化宽频带 n 形微带天线

周江昇 王玉峰 沈英达 张友强

(江南电子通信研究所, 浙江 嘉兴 314033)

zjs_08@sohu.com

摘要: 本文设计了一种小型化宽频带的 n 形微带天线。采用 n 形辐射贴片构造双峰谐振模式, 从而展宽天线工作带宽; 采用空气作为介质基片, 降低介质损耗, 提高天线的辐射效率。采用 HFSS 电磁仿真软件对提出的天线进行电磁仿真优化, 结果显示天线 $VSWR \leq 2$ 的阻抗带宽达到 28.9%, 而尺寸相对于工作于相同工作频带的 E 型微带天线减小了约 30%。

关键词: n 形贴片, 小型化, 宽频带, 空气微带

A Miniaturization Broadband n-Shaped Stacked Microstrip Antenna

Zhou Jiang-sheng, Wang Yu-feng, Shen Ying-da, Zhang You-qiang

(Jiangnan electronic and communications research institute, Jiaxing Zhejiang, 314033)

Abstract: A miniaturization broadband n-shaped stacked air-microstrip antenna is presented for generating two-peak resonant circuit, using air as medium, improve the radiation of antenna. Optimization of the antenna characteristics is carried out by HFSS. The simulation results show that the proposed antenna achieves 28.9% impedance bandwidth, and the sizes is less than the E-shape with the same operating bandwidth by 30%.

Keywords: n-shaped; miniaturization patch; broadband; air microstrip antenna;

1 引言

微带天线具有低成本、低剖面、轻重量、易于共形等诸多优点, 被广泛地应用于各种通信系统。然而, 由于微带天线带宽窄, 制约了其进一步的应用和发展。为此, 研究人员提出很多方法来拓宽微带天线的带宽。其中最具代表的是附加寄生贴片和表面开槽的方法。文献[1-3]采用在主辐射贴片上方附加一层寄生元以形成双谐振特性, 从而拓展天线的带宽; 文献[4-6]在矩形微带贴片表面开 U 形槽, 以引起电流绕流的缝隙耦合, 实现双峰谐振, 拓宽天线带宽; 文献[5-7]将开 U 形槽的贴片发展为 E 形贴片, 获得了 30%的带宽。

本文提出了一种 n 形空气微带天线, 采用探针对 n 形微带天线进行馈电, 采用 HFSS 进行电磁仿真, 结果表明, 与相同工作频段的传统天线比较, 尺寸方面有了很大改进, 在中心工作频率为

2.45GHz 处, 相对带宽达到 28.9%, 尺寸相对同样带宽的 E 型微带天线减小了 30%, 具有小型化、宽频带的特点。该天线结构可在 2.45GHz 频段的无线通信和 RFID 等领域应用, 为工程实际提供参考。

2 基本原理

常规微带贴片天线可以用一个简单的 LC 谐振电路模型描述, 从馈电点来的电流向上下两个边缘的值取决于电流路径长度。当槽与贴片结合, 谐振特性将改变。图 1 所示为 n 形微带天线的等效电路图。贴片的中心部分电流和常规贴片一样。它表示原始的 LC 电路, 在原来的频率处谐振。然而, 在贴片的上边缘部分, 电流沿着槽流动, 电流路径长度增加。这一效应可以用一个附加的串联电感模型描述。因此边缘部分等效电路的谐振频率比上述频率低。于是天线从单 LC 谐振电路变成双谐振电路。这两个谐振电路耦合

在一起从而展宽天线带宽[6-10]。

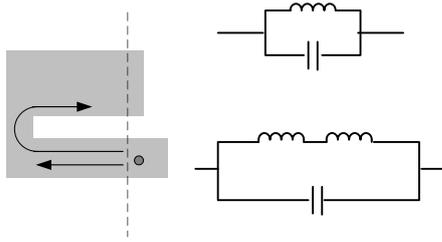


图1 n型微带天线等效电路图

3 天线模型及参数设计 J

3.1 天线结构

由图2可见，n型微带天线可以由E型演化而来。本文设计的天线结构如图3所示，主要由金属底板、空气介质层、n形辐射贴片组成。该天线的长和宽各为：L和W。底板与辐射贴片之间、用厚度为H的空气介质层隔开。天线通过探针针对n形辐射贴片进行馈电。n形贴片长为Lp，宽Wp，贴片上开了长为Ws，宽为Ps的平行槽，改变槽的位置和长度Ws可以有效改变低频特性，n型贴片的宽度Wp控制较高谐振频率。所以形成双峰谐振特性，达到很宽的带宽，减小天线尺寸。

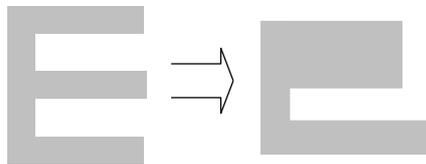


图2 E型与n型天线示意图

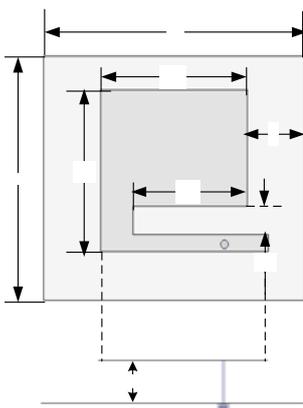


图3 天线结构图

3.2 参数设计

该天线的参数设计过程按照从上到下的顺序进行。先设计n形贴片，可按照普通矩形贴片的设计方法，反射板与辐射贴片之间用h2=11mm厚的空气层隔开。为简单起见，我们选用Wp=Lp，其大致尺寸可用式1计算得到：

$$W_p = L_p = \frac{C_0}{2f_r} (\epsilon_r + 1)^{-\frac{1}{2}} \quad (1)$$

辐射贴片的中心频率初步设计在2.45GHz左右，由式(1)计算得到Wp=Lp=61mm。具体尺寸见表1。高频部分等效电路

表1 n形空气微带天线尺寸

天线参数	W	L	Wp	Ws	Lp	Ps	s	H
尺寸(mm)	80	70	61	35	45	5	17.5	11

n形辐射贴片、空气层和反射板构成一种n形空气微带天线。采用HFSS对设计的Ws、Lp、Ps和s等参数进行仿真优化。

4 仿真结果

利用Ansoft公司的HFSS仿真软件，以VSWR ≤ 2的宽频带为目标函数，对图3中各参数进行优化设计，得到如图4所示的驻波曲线。

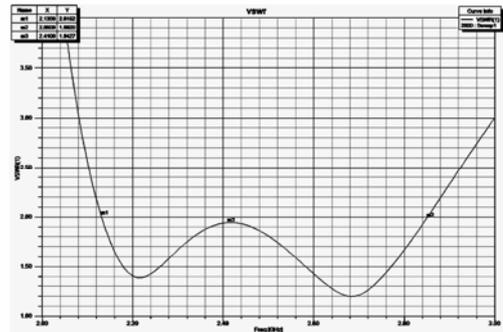


图4 n型空气微带天线仿真驻波曲线

由图4可以比较明显地看出两个谐振点：2.21GHz、2.68GHz。该天线在2.130GHz~2.85GHz频带内VSWR ≤ 2，得到了28.9%的相对带宽。

图5~图7给出天线在2.13GHz、2.41GHz和2.85GHz三个频点的E面和H面的仿真辐射方向图。从三个方向图可以看到，本文n型空气微带天线在2.13GHz、2.41GHz和2.85GHz均具有良好的

辐射特性，但天线的 H 面方向图出现偏转，这是由于天线所采用 n 型结构的不对称性造成的。

图 8 给出了天线在 2.13GHz-2.85GHz 阻抗带宽内的仿真增益曲线。在整个带宽内，天线的增益均大于 5.5dBi，最高增益达到 8.25dBi。

同时，本文 n 形贴片天线具有较小的辐射尺寸。文献[6]中给出了一种常用的 E 形微带天线，其工作于 2.05GHz~2.64GHz 频段，若以同样的频率低端相比较，本文的 n 形贴片天线仅具有其 70% 的尺寸，有效实现了天线的小型化。

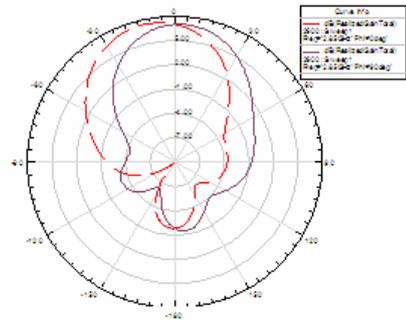


图 7 n 形空气微带天线 2.85GHz E 面和 H 面仿真方向图

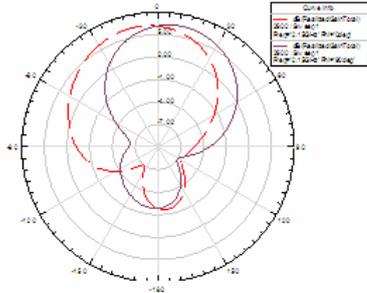


图 5 n 形空气微带天线 2.13GHz E 面和 H 面仿真方向图

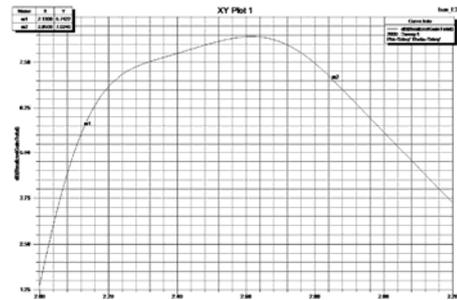


图 8 n 型空气微带天线仿真增益曲线

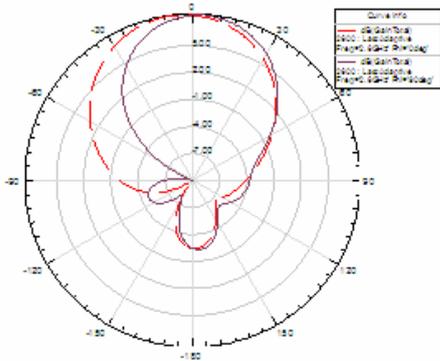


图 6 n 形空气微带天线 2.41GHz E 面和 H 面仿真方向图

5 结论

本文设计了一种探针馈电 n 形空气微带天线。通过电磁仿真软件 HFSS 对设计的天线进行仿真优化，得到适合 2.45GHz 频段的无线通信、RFID 等领域应用的一款宽带空气微带天线。该天线在中心工作频率为 2.45GHz 处，相对带宽达到了 28.9%，且具有较小的电尺寸。本文天线的在小型化的工程实际中具有一定的参考价值。

参考文献

- [1] 欧阳骏 杨峰 聂在平 赵志钦.基于遗传算法的单层宽频带微带天线优化设计. 电波科学学报.
- [2] 车仁信, 广旗一兰, 常宏铭. E 型贴片微带天线性能分析. 大连交通大学学报.
- [3] 孙莉 周力 欧钢 张勇虎, 小型多馈源宽频微带天线分析与设计, 微波学报.
- [4] Babar, A.;Ukkonen, L.;Soini, M.;Sydanheimo, L. Planar inverted miniaturized E antenna, for compact wireless systems. IEEE Trans. Antennas Propagat.2009, 1522-3965.
- [5] S. D. Targonski, R. B. Waterhouse, and D. M. Pozar. Design of Wide-Band Aperture-Stacked Patch Microstrip Antennas [J]. IEEE Trans. Antennas Propagat. 1998, 46 (9): 1245-1251.
- [6] 阮成礼, 超宽带天线理论与技术, . 哈尔滨工业大学出版社, 2006.
- [7] Fan Yang, Xue-Xia Zhang, Xiaoning Ye, and Yahya Rahmat-Samii. Wide-Band E-Shaped Patch Antennas for Wireless Communications [J]. IEEE Trans. Antennas Propagat. 2001, 49 (7): 1094-1100.
- [8] Yuehe Ge, Karu P. Esselle, and Trevor S. Bird. E-Shaped Patch Antennas for High-Speed Wireless Networks [J]. IEEE Trans. Antennas Propagat. 2004, 52 (12): 3213-3219.
- [9] Q. Shen, B. L. Ooi, and M. S. Leong. A novel E-shaped broadband microstrip patch antenna [C]. Proc. Progress Electromagn. Symp., July 2000.
- [10] Ban-Leong Ooi, Shen Qin, and Mook-Seng Leong. Novel Design of Broad-Band Stacked Patch Antenna [J]. IEEE Trans. Antennas Propagat. 2002, 50 (10): 1391-1395.