

一种新型高增益微带天线

梁斌¹, 杨娜²

(1. 重庆邮电大学 数理学院, 重庆 400065; 2. 重庆邮电大学 光电工程学院, 重庆 400065)

摘要:提出了一种新型高增益宽频天线结构, 采用低介电介质, 在高于贴片 1 mm, 间距 2.5 mm 处加载 3 个宽 1.5 mm 的方环形金属片。利用 HFSS 仿真软件对该天线进行仿真, 最大增益达到了 19.466 dB, 比未加载时增加 10.14 dB, 相对带宽增加了 1.37%, 且全向性好, 体积小, 结构简单, 成本低。

关键词:微带天线; 高增益; 频带宽度; 加载

A new high gain microstrip antenna

LIANG Bin¹, YANG Na²

(1. College of Mathematics and Physics, Chongqing University of posts and Telecommunications, Chongqing 400065, P. R. China;

2. College of Photoelectronic Engineering, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, P. R. China)

Abstract: A new structure with high gain and wide band antenna was developed. This antenna uses the low coefficient of dielectrical loss medium, loading three square link tinsel which is higher than pastes the piece to 1 mm, the distance between two neighboring wide square shape link tinsel is 2.5 mm. The antenna was simulated by HFSS, and its biggest gain achieves to 19.466 dB. Compared with the antenna without loading, the gain increases by 10.14 dB and the bandwidth increases by 1.37%. The new antenna has good full orientation, small volume, simple structure and low cost.

Key words: microstrip antenna; high gain; bandwidth; load

0 引言

微带天线被广泛用于航天、通信等各种低功率辐射和接收系统中, 但频带窄、增益低一直是微带天线的主要缺点。近年来, 人们多注重于微带天线工作频带的扩展研究, 基本方法是: 1) 增大微带介质层厚度; 2) 降低微带介质介电常数; 3) 采用有耗物质等^[1-3]。但这几种方法都以降低天线增益为代价。

随着较低波段的通信干扰日益严重, 通信频段向更高的波段变化成为趋势。由于高频段天线尺寸小, 增益更低, 在 6~8 dB 左右。近年来国内学者开始注重于研究提高增益的方法, 常用方法是多层和天线阵等^[4-8]。如双层天线 2 贴片距离为 0.5 λ 时可获得约 9 dB 的增益, 三层构造可获得 10 dB, 使用 2×2 阵列的寄生贴片可获得 10.5 dB。螺旋天线

作为一种替代方案可被看作是一种单个单元的高增益发射器。但是, 这些结构的体积通常比贴片结构要大。本文设计了一种新型加载全向高增益微带天线, 谐振频率为 4.5 GHz, 最大增益达到了 19.466 dB, 比未加载时增加 10.14 dB, 其频带宽度 ($\rho \leq 2$) 为 9.03%, 增加了 1.37%, 且全向性好, 体积小, 结构简单, 成本低, 是一种宽频高增益天线。

1 设计普通微带天线

普通微带天线采用方形贴片, 则谐振长度^[9]为

$$a = \frac{c}{2f_r \sqrt{\epsilon_r}} \quad (1)$$

采用 50 Ω 同轴线馈电, 天线工作于 TM_{01} 模, 则谐振电阻为

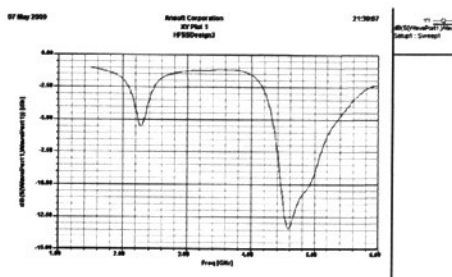
$$R_{01} = \frac{120\lambda_0 h Q}{\epsilon_r a^2} \cos \frac{\pi y_0}{a} \quad (2)$$

式(2)中: y_0 是 b 边上的一点; h 是基板厚度;

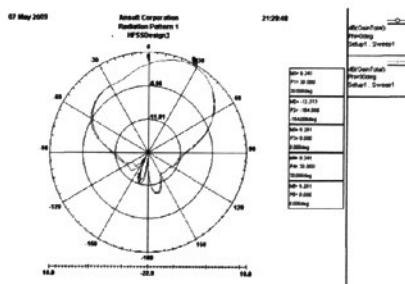
收稿日期: 2009-06-18

Q 是基质因数; λ_0 为谐振波长。

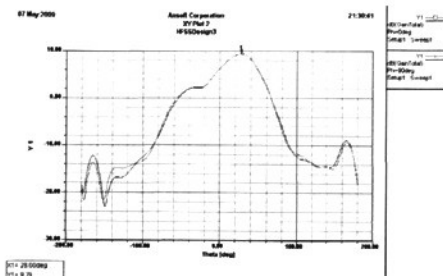
采用上述结构,当谐振电阻为 $50\ \Omega$ 时,则馈电匹配,从而可计算出最佳馈电点位置,由式(2)计算得出馈电点在贴片的对角线上,距离 a 边 $7.5\ \text{mm}$ 处。最后得天线最佳结构为:贴片尺寸 $a = b = 20\ \text{mm}$,介电常数 $\varepsilon_r = 2.2$,介质基片尺寸 $W = L = 50\ \text{mm}$,介质基片高 $h = 3\ \text{mm}$ 。用 Ansoft HFSS10.0 对该天线进行仿真,从图 1(a)可以看出谐振频率为 $4.58\ \text{GHz}$, $\rho \leq 2$ 的相对带宽为 7.64% 。从图 1(b)得到增益为 $6.21 \sim 9.326\ \text{dB}$,最大增益方向为 30° ,增益为 $9.326\ \text{dB}$ 。图 1(c)显示了该天线的 E 面和 H 面几乎重合,方向性好。



(a) 谐振频率



(b) 增益图

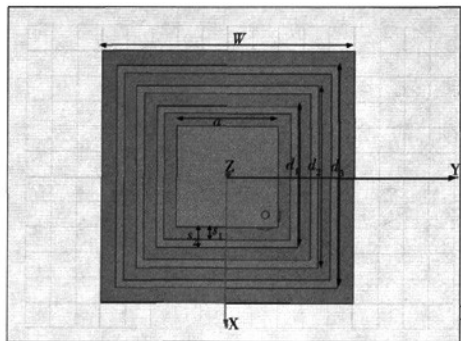


(c) 方向图

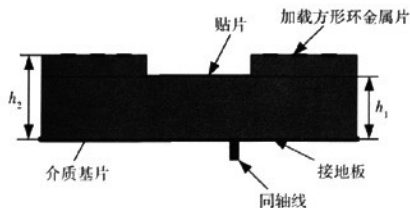
图 1 普通微带天线最佳结构图

2 新型加载微带天线

新型加载微带天线是在高于贴片 $1\ \text{mm}$ 的四周加载 3 个方形环金属片。加载方环形金属片是为了增加天线的辐射面积,提高增益。贴片四周基片厚度增加,使得频带宽度增加,同时也增加了表面波,而金属环周期性分布又很大程度上抑制了表面波,从而使天线向空间辐射的电磁波增多,增益进一步改善,但环的数目不宜太多,宽度不宜太大,否则就会增大天线的体积,这里采用 3 个环,方形金属环宽 $1.5\ \text{mm}$,环与环之间距离要适中,以保证环之间的耦合强度并保证其抑制表面波的作用。用 Ansoft HFSS10.0 对天线结构进行优化,得到加载微带天线的最优结构。如图 2 所示。



(a) 加载微带天线俯视图



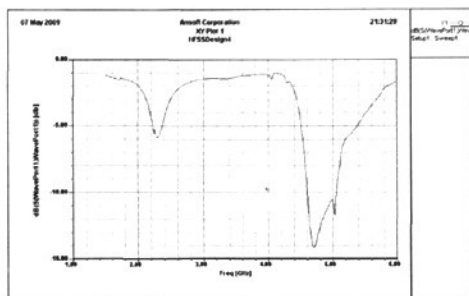
(b) 加载微带天线外观图

图 2 加载微带天线的最优结构图

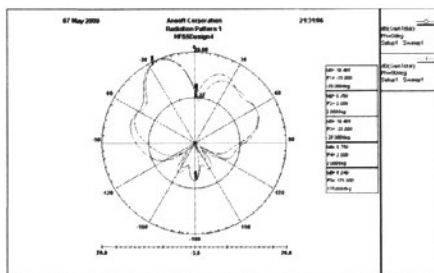
图 2(a)是俯视图,图 2(b)是外观图。天线的尺寸为:方形贴片 $a = 20\ \text{mm}$;介质基片 $W = L = 50\ \text{mm}$; $h_1 = 3\ \text{mm}$, $h_2 = 4\ \text{mm}$;方形环间距相等,均为 $s_1 = 2.5\ \text{mm}$, $s_2 = 4\ \text{mm}$, $d_1 = 28\ \text{mm}$, $d_2 = 36\ \text{mm}$, $d_3 = 44\ \text{mm}$,馈电点位置不变。

用 Ansoft HFSS10.0 仿真,其电性能参数如图 3(a)、3(b)、3(c)所示。从图 3(a)可以得到微带天

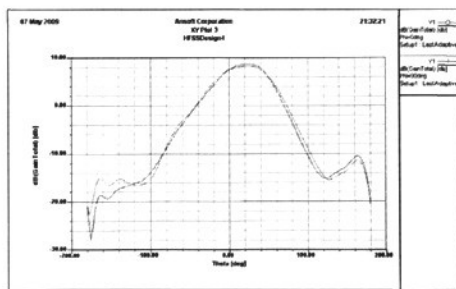
线谐振频率为 4.65 GHz, $\rho \leq 2$ 的相对带宽 9.03%, 比未加载时相对带宽提高 1.37%; 图 3(b) 中最大增益出现在 -30° 方向, 其值为 19.466 dB, $-90^\circ \sim 90^\circ$ 内最小值是 9.75 dB, 是全向性天线, 最小值在 3° 左右, 最大增益比未加载时最大增益增加 10.14 dB, 而最小增益比未加载时的最大增益还要高出 0.409 dB; 图 3(c) 中 H 面和 E 面方向图几乎重合, 方向性好。



(a) 谐振频率



(b) 增益图



(c) 全向图

图3 Ansoft HFSS10.0 仿真电性能参数图

3 结 论

上述设计是一种新型宽频、高增益、全向微带贴片天线。该天线克服了微带天线增益低的缺点, 使最大增益达到了 19.466 dB, 且相对提高了频带宽度, 改变了以往靠降低增益来提高频带的方法; 而且该天线结构简单, 制作方便, 成本低廉, 适合于航空以及通信系统等领域。

参考文献:

- [1] 洪家习, 徐天东. 宽频带微带天线的设计[J]. 宇航测试技术, 2000(6): 40-44.
- [2] 姚德森, 蔡建明. 宽频带高增益微带天线元研究[J]. 电子科学学刊, 1996, 18(5): 526-531.
- [3] 孟庆翔, 朱守正. 介质加载矩形微带天线的分析与设计[J]. 华东师范大学学报: 自然科学版, 1998(3): 34-39.
- [4] 刘刚, 张野. 计算多介质层矩形微带天线谐振频率的解析方法[J]. 通信学报, 1996(2): 94-97.
- [5] WONG K L, H SU W H. A broadband rectangular patch antenna with a pair of widelits[J]. IEEE Trans, Antennas Propagation, 2001, 49: 1345-1347.
- [6] LAI H W, LI P K M. Wideband small patch antenna [J]. Electronics Letters, 2003, 39: 641-642.
- [7] 朱传峰. 一种赋行波束高增益天线[J]. 天线与伺服技术, 2007(1): 37-38.
- [8] 姚德森. 宽频带高增益微带天线元研究[J]. 电子科学学刊, 1996(5): 526-531.
- [9] 钟顺时. 微带天线理论与应用[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 1991.

作者简介:

梁 斌(1947-), 男, 陕西临潼人, 硕士研究生导师, 教授, 主要研究方向为非线性光学和引力场理论, E-mail: s070204011@stu.cqupt.edu.cn; 杨 娜(1984-), 女, 河南开封人, 硕士研究生, 主要研究方向为天线与电波传播, E-mail: yangnatongxin03@163.com。

(编辑: 段明琰)

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>