

基于 SL3IC3001 芯片的 UHF 频段 RFID 多应用天线设计

邓向东,王亚非,王占平

(电子科技大学 光电信息学院 四川 成都 610054)

摘要:设计一种基于 SL3IC3001 芯片的 UHF 频段 RFID 无源微带贴片天线。该天线利用三维结构微带天线模型,实现了与底面无关的 RFID 标签;采用 E 型结构形式,通过一对沿着辐射边界的宽缝,实现较宽的带宽,解决了其他形式的 UHF 频段 RFID 无源天线靠近金属或者其他电介质时性能下降甚至失效的问题。通过电磁软件 Ansoft HFSS 仿真可知,该天线有较宽的带宽和合适的增益。实测结果表明,标签天线在不同环境下读取距离均可达到 12 m,具有较好的多应用性能。

关键词:RFID;微带天线;多应用;E 型开缝

中图分类号:TN911

文献标识码:A

文章编号:1004-373X(2009)23-112-03

Design of UHF RFID Antenna for Multi-application Based on SL3IC3001 Chip

DENG Xiangdong, WANG Yafei, WANG Zhanping

(School of Opto-electronic Information, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu, 610054, China)

Abstract: A passive UHF RFID microstrip tag antenna for multi-application based on SL3IC3001 is presented. A ground-independent RFID tag is constructed by using 3D microstrip antenna model. With inserting a pair of wide slits at one of the radiating edges of the rectangular patch, the E-shaped patch antenna is proposed to achieve a wide bandwidth. The problem of performance degradation or invalidation of other passive UHF RFID tag antenna when placed near conductors and high dielectric substances is solved. The simulated data from Ansoft HFSS figure that the RFID tag can provide moderate gain and bandwidth. The measured readable distance of the tag antenna can achieve 12 m in different environment. The results show that the proposed antenna has good performance for multi-application.

Keywords: RFID; microstrip antenna; multi-application; E-slotted

0 引言

RFID 是一种利用射频通信实现的非接触式自动识别技术,它包括电子标签(tag)和读写器(reader)两个主要部分,附有编码的标签和读写器通过天线进行无接触数据传输,以完成一定距离的自动识别过程。RFID 标签具有体积小,寿命长,能穿透非导电性材料等特点,可支持快速读写、非可视识别、移动识别、定位及长期跟踪管理。RFID 技术在物流与供应链管理、生产管理与控制、防伪与安全控制、交通管理与控制等各领域,可以大幅提高管理和运作效率,降低成本,具有重大的应用潜力。随着相关技术的不断完善和成熟,RFID 产业将成为一个新兴的高技术产业群,成为国民经济新的增长点。因此,研究 RFID 技术,发展 RFID 产业,对提升社会信息化水平,促进经济可持续发展,提高人民生活质量,增强公共安全及国防安全等方面将产生深远影响,

具有战略性的重大意义^[1]。RFID 标签天线作为 RFID 系统的重要组成部分,在实现数据通讯过程中起着关键性作用,因此天线设计是整个 RFID 系统应用的关键^[2]。

典型的 RFID 标签天线包括微带贴片天线和偶极子天线^[2]。RFID 标签的性能容易受到环境介质的影响,尤其是微带偶极子天线,当它粘贴在一般的绝缘介质(如玻璃、塑料箱等)表面,会影响天线的电感量和降低谐振频点的品质因数^[3];当它粘附在金属上时,由于电磁感应的作用,会吸收射频能量而转换成自身的电场能,因此减弱了原有射频场强的总能量,同时也会产生感应磁场,磁力线垂直于金属表面,使得射频场强的分布在金属表面发生变形,磁力曲线趋于平缓。因此,当标签贴附在金属表面或非常接近金属表面时,该空间内实际并无射频场强分布,标签天线无法切割磁力线而获得电磁场能量,因而标签无法正常工作^[4]。

1 微带 RFID 贴片天线

微带贴片天线通常是在一个薄介质基片上,一面附上金属薄层作为接地板,另一面用光刻腐蚀等方法做出一定形状的金属贴片,利用微带线或同轴探针对贴片馈电,如图 1 所示^[5]。因为微带贴片天线自身有一个金属的地板,当其粘附在各种物体上时,天线背面的电磁场不会受到太大影响,故可以在多种环境下正常读取。

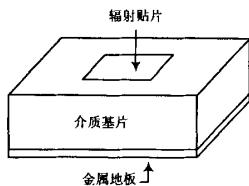


图 1 微带天线

利用传输线模型分析微带天线是较有效的方法。该方法的基本假设如下:微带贴片和接地板构成一段微带传输线,传输准 TEM 波,场在传输方向是驻波分布,而在其垂直方向是常数;传输线的两个开口端(始端和末端)等效为两个辐射缝口径场,即为传输线开口端场强,如图 2 所示。

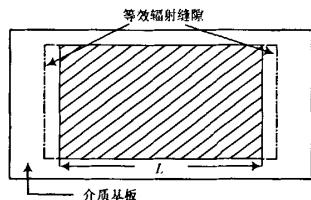


图 2 传输线法物理模型

图 3 是按照传输线法建立的微带天线等效电路。 Y_s 为缝辐射导纳; Y_0 为微带贴片的特性导纳^[6]。

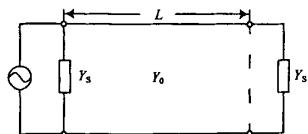


图 3 微带天线的等效电路

2 E 型 RFID 标签天线设计

对于一般的微带贴片天线,它的辐射激励可以等效成一个谐振回路^[7]。在矩形微带贴片天线的基础上,采取 E 型结构,即沿天线的匹配方向将金属贴片开两条平行宽缝(见图 4)。由于贴片上存在两个缝隙的作用,促使天线的谐振特性受到了影响,即原来的一个谐振回路变成了两个谐振回路,当这两个谐振回路的谐振频点靠得比较近时,就达到了扩展频带的目的^[8]。

本文在 E 型背馈天线的基础上,提出了一种变形的侧馈天线方案,如图 5 所示。天线主体由一个矩形贴片开缝构成,顶部切去了两个角。由一个功分器和一段微带线作为馈线与芯片匹配,而芯片的另一段通过微带线接地。

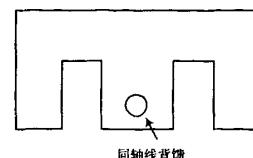


图 4 采用同轴线背馈方式的 E 型天线

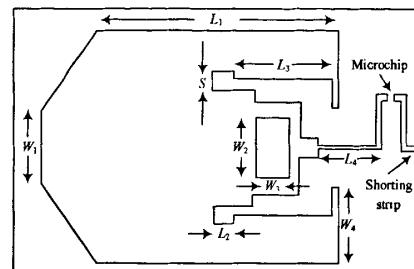


图 5 E 型 RFID 微带标签天线

由于高介电常数的介质能有效地减小天线的尺寸^[9],所以基片选用尺寸为 $84 \text{ mm} \times 54 \text{ mm} \times 1.4 \text{ mm}$ 的陶瓷氧化铝,介电常数为 $9 \sim 10$ 。微带标签天线的物理尺寸为: $L_1 = 47.6 \text{ mm}$, $L_2 = 4 \text{ mm}$, $L_3 = 18 \text{ mm}$, $L_4 = 3.5 \text{ mm}$, $W_1 = 12.6 \text{ mm}$, $W_2 = 10 \text{ mm}$, $W_3 = 6 \text{ mm}$, $W_4 = 2 \text{ mm}$, $S = 3 \text{ mm}$ 。

该天线采用的芯片在 915 MHz 时的阻抗为 $34.5 - j815$,呈现明显的容抗。采用 Ansoft 公司的电磁仿真软件 HFSS 10.0 对天线进行仿真。经过调试和优化,得到天线的 S_{11} 曲线,如图 6 所示。该天线分别在 905 MHz 和 920 MHz 有两个谐振频率。在 905 MHz 时, S_{11} 为 -28 dB ;在 920 MHz 时, S_{11} 为 -37 dB ,这两个谐振频率都比较窄,通过调整天线,使两个谐振频率靠近 915 MHz,以达到增加带宽的目的。

该天线增益在 915 MHz 时仿真结果为 0.34 dBi (见图 7),满足 RFID 系统读取的要求。

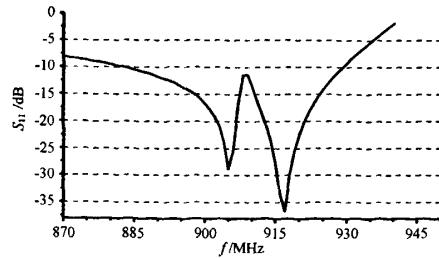


图 6 RFID 标签 S_{11} 曲线

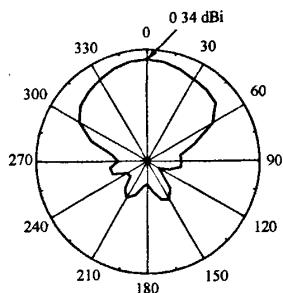


图 7 RFID 标签 E 面增益方向图

将 RFID 标签天线分别粘附在装水的塑料盒面(塑料盒很薄)、金属面、塑料制品上或直接放在空气中,读写器在 902~928 MHz 中设置广谱跳频,RF 功率设置为 36 dBm,读写器天线增益为 12 dBi。测试读取距离如表 1 所示。该 RFID 标签的工作性能在不同物质环境中表现出较为满意的一致性。

表 1 RFID 标签天线在不同粘附物上读取距离

接触表面物质	空气	塑料	水	金属
读取距离 / m	12.5	12	12	11.5

3 结语

本文设计了一种 UHF 频段 RFID 标签天线。在微带矩形天线理论基础上,改进了 E型开槽天线的结

构,用微带线侧馈代替了背馈方式,使天线与芯片能良好地匹配,并通过获得双谐振频率扩大了带宽。实验测量表明,该天线在金属表面读取距离为 11.5 m,在不同物质表面读取距离基本不变,且性能稳定。

参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国科学技术部等十五部委. 中国射频识别(RFID)技术政策白皮书[S]. 2006.
- [2] 李秀萍. 基于 RFID 应用的小型化印刷偶极子天线设计[J]. 北京邮电大学学报, 2006, 29(5): 75~78.
- [3] Jeff Shamblin. Antenna Fundamentals[M]. Chicago: University of Chicago Press, 2006.
- [4] 殷少飞, 熊立志. UHF 频段无源 RFID 标签阅读距离影响因素分析[J]. 现代电子技术, 2008, 31(1): 38~40.
- [5] 邬明罡, 李书芳. 金属对 RFID 系统影响研究[J]. 科学技术与工程, 2008(18): 5 242~5 244.
- [6] 宋旭亮, 朱义胜. 微带天线的设计和阻抗匹配[J]. 现代电子技术, 2008, 31(1): 73~75.
- [7] I J 鲍尔, P 布哈蒂亚. 微带天线[M]. 北京: 电子工业出版社, 1985.
- [8] Kin - Lu Wong, Wen - Hsiu Hsu. A Broad - band Rectangular Patch Antenna with a Pair of Wide Slits[J]. IEEE Trans. on Antennas and Propagation, 2001(9): 1 345~1 346.
- [9] Kin - Lu Wong. Compact and Broadband Microstrip Antennas[M]. New York: A Wiley Interscience Publication, 2002.
- [10] 赵茂泰. 智能仪器原理及应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.
- [11] 周林, 殷侠. 数据采集与分析技术[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2005.
- [12] 杨世忠, 王建国, 邢丽娟. FIFO 存储缓冲芯片 IDT7203 的原理及应用[J]. 国外电子元器件, 2001(8): 64~67.
- [13] 白凤山, 黄威, 张立倩. 可编程增益放大器在小信号数据采集系统中的应用[J]. 电测与仪表, 2003(2): 52~54.
- [14] Atmel 公司. 8 b AVR Microcontroller with 32 KB In System Programmable FLASH [EB/OL]. <http://www.atmel.com>, 2007.
- [15] Analog Device. Complete 12 B A/D Converter[EB/OL]. <http://www.analog.com>, 2006.
- [16] 周振安. 数据采集系统的设计与实践[M]. 北京: 地震出版社, 2005.

参 考 文 献

- [1] 林君, 谢宜松. 虚拟仪器原理及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [2] 陈泽峰, 裴锋, 杨万生. 基于 LabVIEW 数据采集系统的快速开发[J]. 现代电子技术, 2004, 27(16): 23~25.
- [3] 高吉祥. 电子仪器仪表设计[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005.

作者简介 黄文军 男, 1983 年出生, 壮族, 广西象州人, 硕士研究生。主要研究方向为虚拟仪器和微机控制与检测技术。

罗晓曙 男, 1961 年出生, 湖北应城人, 博士, 教授。主要研究方向为混沌理论、混沌控制与同步及其在保密通信中的应用研究。

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>