

应用 HFSS 设计一种双频段 GPS 微带天线

彭祥飞, 钟顺时

(上海大学通信与信息工程学院, 上海 200072)

摘要: 本文应用Ansoft公司的HFSS软件仿真设计一种双频段GPS微带天线。此天线由不同介电常数的微波陶瓷基片组成, 双层正方形切角的微带贴片通过单个探针馈电。文中给出了天线的详细设计及实验结果, 仿真结果和实验结果很好的吻合, 结果说明HFSS软件的高效性和准确性。

关键词: Ansoft HFSS; 微带天线; 全球定位系统; 双频段; 圆极化;

1 前言

Ansoft 公司 HFSS 仿真器提供了一种采用有限元法对三维高频结构电磁特性进行仿真计算的工具。该软件具有很高的计算精度, 已经成为天线与微波电路设计方面的有力工具。本文采用 Ansoft 公司的 HFSS 模块设计出一种双频段 GPS 微带天线。

近年来微带天线由于它的尺寸小、成本低、易实现圆极化等优点在全球定位系统 (GPS) 应用中独占鳌头。大部分的 GPS 仅工作在 $L1$ 频率, 常用的 GPS 微带天线加工在高 ϵ_r 的厚陶瓷基片上^[1], 这样的天线低仰角性能好和带宽足够宽, 具有良好的广角圆极化。但为了满足 GPS 的一些特殊应用, 如高精度的一体化检测或差分基准系统^[2], GPS 天线必须在 $L1/L2$ 两个频率 ($L1: 1575 \text{ MHz}$, $L2: 1227 \text{ MHz}$) 上实现圆极化。如果用单馈电点实现双频圆极化, 可以用两种微带天线结构: 一种使用单块贴片^[3,4], 其两圆极化工作频率比大约是 1.5 倍或更大些; 另一种使用双层贴片^[5-7], 两圆极化频率比小于 1.5 倍。本设计中, $L1$ 和 $L2$ 的频率比为 1.28 倍, 小于 1.5 倍, 所以用双层贴片设计能满足 GPS 天线 $L1/L2$ 两个频率的要求。但是绝大多数文献^[5-7]报道的双层贴片天线都加工在同一介电常数的两块基片上, 基片中间引入空气层 (可采用泡沫材料来支撑上层), 这样既增大了尺寸, 又不便于加工。

本文介绍一种双频段 GPS 微带天线的新设计, 通过单个探针馈电的双层正方形切角的微带天线贴片, 它们印在不同介电常数的微波陶瓷基片上。与常规的双频圆极化天线相比^[5-7], 天线尺寸减小了且没有在两层贴片间引入空气层, 结构紧凑, 便于加工。

2 天线设计

采用双层贴片, 下层贴片加工在厚度为 h_1 介电常数为 ϵ_1 的材料上, 上层贴片加工在厚度为 h_2 介电常数为 ϵ_2 的材料上。图 1 为天线的几何结构, 上下层选用不同介电常数的微波陶瓷基片, 相对介电常数分别为 $\epsilon_{r2} = 12$, $\epsilon_{r1} = 9.2$, 基片厚度为 $h_2 = h_1 = 3.0 \text{ mm}$ 。探针通过下层贴片的钻孔连接到上层贴片上, 下层贴片是上层贴片的寄生单元, 通过上层贴片电磁耦合馈电。由上下层贴片尺寸分别控制谐振频率, 选择正方形切角大小来实现圆极化辐射。利用 Ansoft 的 HFSS 软件进行仿真计算, 其中图 2 为两个谐振频率的反射损耗随馈电点偏离中心变化的计算结果, 从图中可以看出 $d=3.8 \text{ mm}$ 处 $L1$ 频率反射损耗最小, 而在 $d=4.8 \text{ mm}$ 处 $L2$ 频率反射损耗最小, 但是在 $d=4.0 \text{ mm}$ 处两个谐振的反射损耗为最佳, 可以满足两个频段要求。

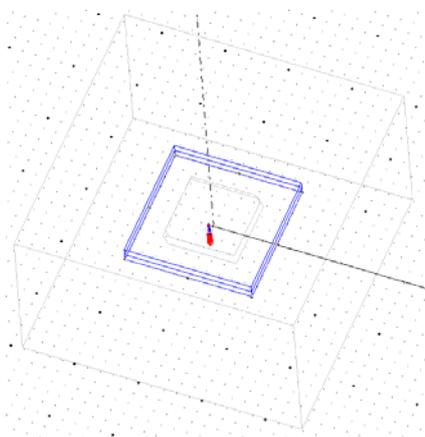


图 1 微带天线的几何模型

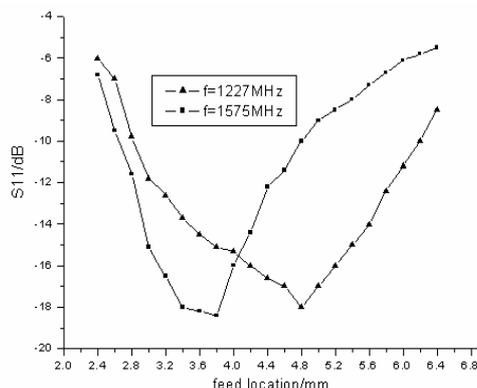


图 2 S11 随馈电点位置的变化

3 实验结果

根据前面设计加工了一副单馈电点双频 GPS 天线, 并进行了测试。图 3 为天线仿真和实验的反射损耗, 可以看出, 仿真值和实验值非常的吻合。图 4 为天线最大方向上实测 3dB 轴比带宽, 在 L1、L2 频率上轴比带宽分别 30MHz(2%)、16MHz(1.3%)。图 5 为天线的方向图, 点划线为测量结果, 实线为仿真结果, 可以看出, 测量与仿真的天线方向图相当吻合, 证明了 HFSS 仿真软件计算的有效性。

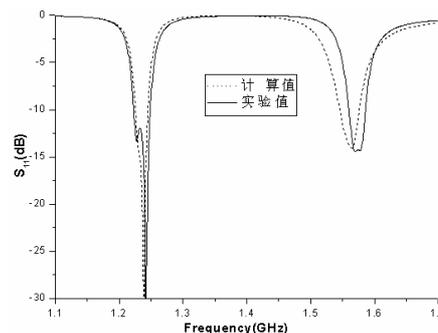
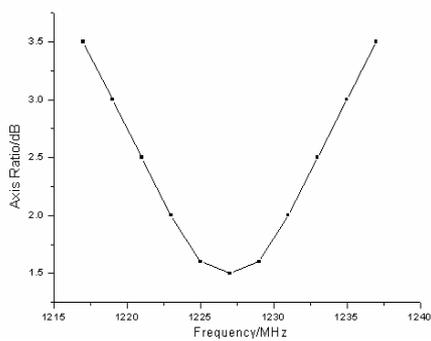
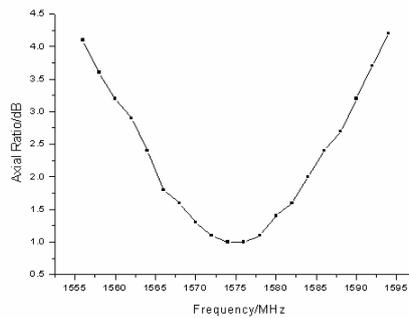


图 3 天线的反射损耗

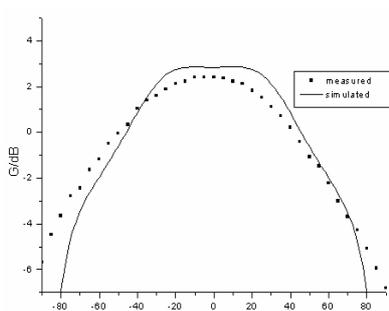


(a) 1227MHz

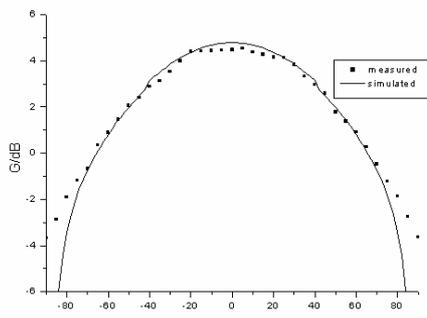


(b) 1575MHz

图 4 天线最大方向上的轴比



(a) 1227MHz



(b) 1575MHz

图 6 天线 X-Z 面辐射方向图

4 结论

本文应用 HFSS 仿真软件对双频段 GPS 微带天线进行分析与设计, 并制作了实验天线单元。经过比较, 发现仿真结果与实验结果具有高度的一致性。利用该软件来仿真模拟实际的微带天线, 可以简化研制过程、加快研制进度、缩短研发周期。由 HFSS 软件在微波领域的出色表现, 它将得到日益广泛的应用。

参考文献:

[1] Toko America Inc. A miniature patch antenna for GPS application [J]. Microwave Journal, 1997, 116-118.
 [2] Pozar D.M, Duffy S M. A dual-band circularly polarized aperture-coupled stacked microstrip antenna for global positional satellite [J]. IEEE Trans Antennas Propagat, 1997, 45(11):1618-1625.
 [3] Bin G, Chen M H, Wong K L. Single-feed dual-band circularly polarized microstrip antenna [J]. Electron Letter, 1998, 34(12): 117-1171.
 [4] Yang K P, Wong K L. Dual-band circularly polarized square microstrip antenna [J]. IEEE Trans. Antenna Propagat 2001, 49(3): 377-38.
 [5] Jan J Y, Wong K L. A dual-band circularly polarized stacked elliptic microstrip antenna [J]. Microwave Opt Tech Lett, 2000, 24(5):354-357.
 [6] Boccia L, Amendola G. A high-performance dual frequency microstrip antenna for global positional system [J]. IEEE AP-S, 2001, 4: 66-69.
 [7] Su C M, Wong K L. A dual-band GPS microstrip antenna [J]. Microwave Opt Tech Lett, 2002, 33(4):238-240.

射频和天线设计培训课程推荐

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,致力并专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;我们于 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。

易迪拓培训课程列表: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/129.html>



射频工程师养成培训课程套装

该套装精选了射频专业基础培训课程、射频仿真设计培训课程和射频电路测量培训课程三个类别共 30 门视频培训课程和 3 本图书教材;旨在引领学员全面学习一个射频工程师需要熟悉、理解和掌握的专业知识和研发设计能力。通过套装的学习,能够让学员完全达到和胜任一个合格的射频工程师的要求...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/110.html>

ADS 学习培训课程套装

该套装是迄今国内最全面、最权威的 ADS 培训教程,共包含 10 门 ADS 学习培训课程。课程是由具有多年 ADS 使用经验的微波射频与通信系统设计领域资深专家讲解,并多结合设计实例,由浅入深、详细而又全面地讲解了 ADS 在微波射频电路设计、通信系统设计和电磁仿真设计方面的内容。能让您在最短的时间内学会使用 ADS,迅速提升个人技术能力,把 ADS 真正应用到实际研发工作中去,成为 ADS 设计专家...



课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/ads/13.html>



HFSS 学习培训课程套装

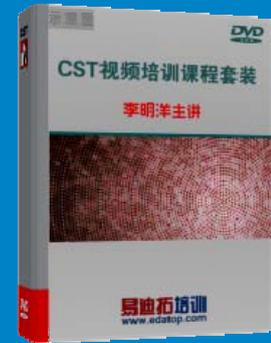
该套课程套装包含了本站全部 HFSS 培训课程,是迄今国内最全面、最专业的 HFSS 培训教程套装,可以帮助您从零开始,全面深入学习 HFSS 的各项功能和在多个方面的工程应用。购买套装,更可超值赠送 3 个月免费学习答疑,随时解答您学习过程中遇到的棘手问题,让您的 HFSS 学习更加轻松顺畅...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/11.html>

CST 学习培训课程套装

该培训套装由易迪拓培训联合微波 EDA 网共同推出,是最全面、系统、专业的 CST 微波工作室培训课程套装,所有课程都由经验丰富的专家授课,视频教学,可以帮助您从零开始,全面系统地学习 CST 微波工作的各项功能及其在微波射频、天线设计等领域的设计应用。且购买该套装,还可超值赠送 3 个月免费学习答疑...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/cst/24.html>



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,可以帮助您快速学习掌握如何使用 HFSS 设计天线,让天线设计不再难...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.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>



我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年,10 多年丰富的行业经验,
- ※ 一直致力并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
- ※ 经验丰富的一线资深工程师讲授,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>