

基于 MEMS 开关的双频可重构天线设计 *

陈华君¹ 郭东辉^{1,2}

¹(厦门大学物理系 厦门 361005)

²(厦门大学电子工程系 厦门 361005)

摘要 本文设计了一个工作于 Ka 频段的双频可重构微带缝隙天线。该可重构天线使用 RF-MEMS 开关来实现 24GHz 和 30GHz 两个工作频率之间的切换,且在这两个工作频率上都具有相同的输入阻抗、极化方向和辐射方向图。本文给出了天线的设计流程,最后仿真得到的结果与期望结果一致,达到了一般天线设计要求,可适用于多系统集成化应用中。

关键词 可重构天线 微带缝隙天线 RF-MEMS 开关

Dual frequency reconfigured microstrip slot antenna with RF-MEMS switch

Chen Huajun¹ Guo Donghui^{1,2}

¹(Physics Department, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

²(Department of Electronic Engineering, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract A reconfigurable microstrip slot antenna is designed. This antenna uses RF-MEMS series switch to achieve frequency switching between 24GHz and 30GHz. The design process is presented in this paper, the same input resistance, polarization and radiation pattern of both frequencies is obtained. The whole model was simulated and the result was desirable. It reaches the common requirement of antenna and can be used in the application of multi-system integration.

Key words reconfigurable antenna microstrip slot antenna RF MEMS switch

1 引 言

随着无线通讯技术的发展,使得许多应用系统(例如蜂窝电话、卫星通信和无线局域网等)可以集成到一个应用平台上。这些系统大部分工作在不同的频段,各自使用的天线在尺寸和结构上也有所不同。如果在应用系统集成后仍然使用分立的天线,那么整个系统的体积就没有得到很大的改善。因此,多功能天线设计成为一个重要的研究领域。可重构天线就是多功能天线的一种,它可以在不改变整个天线尺寸的情况下,通过改变天线辐射单元的结构和位置,来实时地改变天线的工作频率、极化方向和辐射方向等^[1-2]。辐射单元结构上的改变通常是采用开关控制的方式来实现的。RF-MEMS 开关在 DC-40GHz 范围内具有优秀的

开关性能^[3],插损和功耗都比 PIN 开关更低。因此本文所设计的可重构天线将采用 RF-MEMS 开关来实现两个工作频率之间的切换。

2 天线结构

微带缝隙天线的谐振频率主要取决于缝隙的长度。改变缝隙的长度就可以获得不同的工作频率。本文所设计的天线就是基于这个原理来实现双频工作的,天线的结构如图 1 所示。选用厚度为 0.17mm 的玻璃($\epsilon_r=5.5$)作为天线的介质基底;缝隙的总长度为 3.43mm,宽为 0.24mm;在离缝隙左端 0.67mm 处设置一个宽为 0.05mm 的金属细带,其一端与地板相连,另一端则与 RF-MEMS 开关连接;而开关的另一端则与地板连接。改变开关的状态可以控制金属细带上表

* 基金项目:福建省自然科学基金计划(A0410007)

面电流的通断,即得到不同的缝隙长度。信号由一个宽为 1mm 的微带线嵌入。该微带线的中心离缝隙右端 1.38mm,以获得 50Ω 输入阻抗匹配。

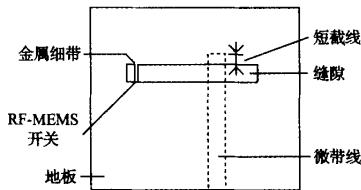


图 1 双频可重构微带缝隙天线结构图

3 设计流程

本文使用 ANSOFT HFSS 来进行天线的结构设计。

第一步,设计其中一个频率的微带缝隙天线结构。选择合适的介质基底材料及厚度。调整缝隙的长度使天线工作在所要求的频率上;调节缝隙的宽度、微带线的嵌入点位置及短截线的长度,使得输入阻抗达到 50Ω 的匹配状态。最后可以得到一组参数。

第二步,使用与第一步相同的设计过程来完成另一个频率的天线结构设计。不同的是介质基底尺寸、缝隙宽度和短截线长度使用了第一步设计得到的结果。这样就只需要调整缝隙长度和微带馈线位置。

第三步,合并前两步得到的两个天线结构。以微带馈线为中心,缝隙总长度为两个结构中缝隙离微带线最长段之和。而 RF-MEMS 开关和金属细带则放置在两个结构中离微带线最近的缝隙端点上。这样通过控制开关就可以改变缝隙的长度及微带线与缝隙之间的相对位置,使得在两个频率下都能达到阻抗匹配状态。本文设计的两个结构中微带线和缝隙右端的距离相同,故只用了一条金属细带和一个 MEMS 开关。

4 仿真结果

首先使用尺寸为 $0.05\text{mm} \times 0.05\text{mm}$ 的理想 RF-MEMS 开关来进行仿真。图 2 分别为理想开关断开和接通状态下微带缝隙天线的结构图。开关处于断开状态下(对应频率较低的结构)和接通状态下(对应频率较高的结构)的输入回损 S_{11} ,如图 3(a)所示。

接着本文还使用了由 Yao, J. J. 等人^[4]设计的 RF-MEMS 串联开关结构模型来进行仿真。其开关在接通和断开状态下的输入回损 S_{11} 如图 3(b)所示。相比于前面理想开关状态下的结果,输入回损值略微变

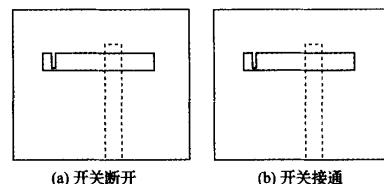


图 2 使用理想 RF-MEMS 开关时的天线结构

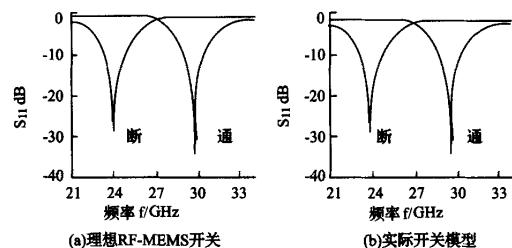


图 3 两种开关模型仿真的天线输入回损

差了。谐振频率也分别变化了 0.60% 和 1.31%。

在图 3 中,开关在接通状态下的 S_{11} 要比断开状态下的好。这是由于本文先设计的是频率高的结构,可调整参数最多;而后设计的结构在参数上受到了一定的限制。但仍然可以达到一般天线的设计要求。

5 结束语

本文利用 RF-MEMS 开关设计了双频可重构微带缝隙天线。并采用理想开关和实际开关模型进行仿真计算,得到了预期的结果。对两种模型的结果进行了分析和比较,说明了该设计是正确可行的,可以应用于多系统集成化环境中。

参考文献

- [1] W. H. Weedon, W. J. Payne, G. M. Rebeiz. MEMS-switched reconfigurable antennas [J]. Antennas and Propagation Society, 2001 IEEE, 3: 654 -657.
- [2] Chiao Jungchih., Fu Yitou. Iao Mak Chio, et al. MEMS reconfigurable Vee antenna [J]. Microwave Symposium Digest, 1999 IEEE, 4: 1515 -1518.
- [3] E. R. Brown. RF-MEMS switches for reconfigurable integrated circuit [J]. Microwave Theory and Techniques, 1998 IEEE Transactions on, 46 (11): 1868-1880.
- [4] J. J. Yao, M. F. Chang. A Surface micromachined miniature switch for telecommunications applications with signal frequencies from DC Up to 4 GHz[J]. Solid-State Sensors and Actuators, 1995, 2:384 - 387.

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>