

# 基于 HFSS 的 1800MHz 同轴谐振微波介质滤波器的设计及仿真

付玉红 陈文文 闫瑞瑞 傅鼎  
(咸宁学院电子与信息工程学院 湖北咸宁 437100)

**摘要:** 本文采用高频结构仿真软件(HFSS)设计的1800MHz同轴谐振微波介质滤波器在满足设计要求同时能够减小几何尺寸,满足实际需要。中心频率1790MHz,带内波动1.5dB,3dB带宽45MHz,插入损耗0.38dB,带外抑制27.5dB。

**关键词:** HFSS 1800MHz介质滤波器 同轴谐振器

**中图分类号:** TN713

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1674-098X(2010)12(b)-0097-01

微波器件传统的设计方法很大程度上是依靠带有一定盲目性的人工调试(cut and try),即在算出器件基本尺寸的基础上,生产出实际的试验性器件,测量其特性参数后,根据测得参数与设计要求的差距,改进器件的尺寸或结构,再生产出少量微波器件,再测量,再改进,直至实际器件符合设计要求为止。这种方法虽然能够很好的设计出我们所要求的微波器件,但是由于它每进行一次改进就必须做出几个实际器件,因而造成了器件开发的高成本和长周期。尤其是近年来,微波器件的尺寸不断变小,更增大了设计的难度。因此,这种传统的设计方法在很大程度上存在着局限性。而HFSS软件却能有效的解决这些问题<sup>[1-3]</sup>。

## 1 微波介质谐振器的工作原理

微波介质谐振器的工作原理是将高频(微波)电磁波引入电介质中,借助于电磁波在电介质与自由空间的界面不断反射,形成驻波而产生振荡。介质谐振器的滤波原理是:由输入连接器输入的电磁波能量,首先传入输入端的介质谐振器,通过谐振传入相邻的介质谐振器,又经输出端的介质谐振器最终传送到输出端连接器实现输出电磁波。在这一连串的谐振过程中,只允许谐振频率附近的频率成分电磁波通过,于是发挥带通滤波器的作用。

## 2 滤波器设计及仿真

在HFSS中使用3D Modeler创建该滤波

器的几何模型,画出设计的滤波器的尺寸模型。需要注意的是,将Duplicate boundaries with geometry复选框选中,这样可以使得在复制模型的同时,所设置的边界也一同复制。根据设计滤波器的特性,设计其结构为 $L=4.2\text{mm}$ ,  $H=4.5\text{mm}$ ,  $W=1.5\text{mm}$ , 小孔半径为 $0.25\text{mm}$ 。

(1)设置求解类型。将求解类型设置为激励求解类型。在菜单栏中点击HFSS>Solution Type。在弹出的Solution Type窗口中选择Driven Modal。

(2)设置模型单位。在菜单栏中点击Modeler >Units中选择mm。

(3)建立滤波器模型。注意输入坐标值时不要移动鼠标,用Tab键切换,输入相应尺寸,按Enter键结束坐标输入。根据设置滤波器模型如下图1所示。

(4)设置材料。谐振孔设置成空气。系统的材料库有很多通用的材料供选取对材料库中没有的材料,用户可以按要求自己已在libs中添加新材料,设计基体所选择的材料为介电常数83,无载品质因数1900。方法是:点击Material对应的按钮,在弹出的材料设置窗口中点击Add Material按钮,添加并命名。

(5)设置端口和边界。设置完材料属性后,必须定义端口和边界条件,这就确定了输入结构的激励信号、模型不同表面上的电磁场特性以及特定表面的特性。在定义一个对称面时,我们必须决定应该使用那一种对称面,perfect E还是perfect H。通常按下面的原则决定该使用那一种对称面。

如果是电场垂直于对称面就使用perfect E对称面。

如果是电场平行于对称面就使用perfect H对称面。

对于没有明确设置port和boundary的面将被自动设置为perfect E边界。显示于背景中的任意面将被自动设置为perfect E边界。

滤波器基体中有5个表面镀银,因此在设置其电磁场特性时,设置成为perfect E面。谐振孔内表面镀银,因此设置成perfect E面。对于没有镀银的那一面,设置成perfect H面。几个耦合电容设置成为perfect H

面。

(7)确定求解频率及扫频范围。求解的中心频率为1800MHz,扫频范围为1.6~2.0GHz,其余参数值设为系统默认值。

(8)进行仿真。设置仿真范围,设计的滤波器是中心频率在1800MHz处,可以考虑设定仿真频率范围1.6GHz~2.0GHz,对于仿真选择的频率段的设置,如果计算机性能比较好,可以选择较多的频率点,使得仿真曲线尽量平滑。

## 3 结果分析

一般来说,初次仿真的结果总会有偏差,对结构调整,可以按照下面的原理进行:如果出现中心频率的偏移,对滤波器在长度方向进行调整,也就是进行谐振器的长度调整。如果是带内波动或者带外抑制不满足条件,可以调整滤波器厚度和孔径的比值,再按厚度比直径的值在2~3的范围的进行调整。

经过一系列的修正,可以确定滤波器的结构为 $L=4.2\text{mm}$ ,  $H=4.5\text{mm}$ ,  $W=1.5\text{mm}$ 的时候有比较理想的响应曲线,得到滤波器的性能参数很好,中心频率1790MHz,带内波动1.5dB,3dB带宽45MHz,插入损耗0.38dB,带外抑制27.5dB,性能达到设计要求。

## 参考文献

- [1] 邓贤进. 微波带通滤波器的准确设计及仿真[J]. 电视技术, 2001(5): 18~22.
- [2] HEWLETT-PACKARD CO. Latest HFSS Release Improves Speed and Accuracy[J]. Microwave Journal, 1997(9): 142~145.
- [3] KAZUNORI HANO, HIROAKI KOH, RIYAMA, KEN-ICHI SAWAMOTO. A Direct-coupled coaxial Resonator Bandpass Filter for Land Mobile Communications[J]. IEEE Transactions on MTT, 1986, MTT-34(9): 970~972.

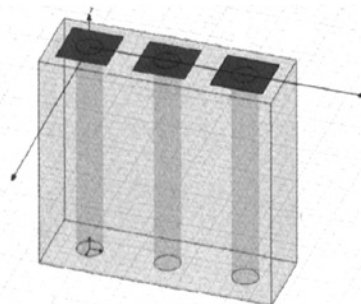


图1 设置耦合电容的滤波器模型

## HFSS 视频培训课程推荐

HFSS 软件是当前最流行的微波无源器件和天线设计软件, 易迪拓培训([www.edatop.com](http://www.edatop.com))是国内最专业的微波、射频和天线设计培训机构。

为帮助工程师能够更好、更快地学习掌握 HFSS 的设计应用, 易迪拓培训特邀李明洋老师主讲了多套 HFSS 视频培训课程。李明洋老师具有丰富的工程设计经验, 曾编著出版了《HFSS 电磁仿真设计应用详解》、《HFSS 天线设计》等多本 HFSS 专业图书。视频课程, 专家讲解, 直观易学, 是您学习 HFSS 的最佳选择。



### 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>

### 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>



### 更多 HFSS 视频培训课程:

- **两周学会 HFSS —— 中文视频培训课程**

课程从零讲起, 通过两周的课程学习, 可以帮助您快速入门、自学掌握 HFSS, 是 HFSS 初学者的最好课程, 网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/1.html>

- **HFSS 微波器件仿真设计实例 —— 中文视频教程**

HFSS 进阶培训课程, 通过十个 HFSS 仿真设计实例, 带您更深入学习 HFSS 的实际应用, 掌握 HFSS 高级设置和应用技巧, 网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/3.html>

- **HFSS 天线设计入门 —— 中文视频教程**

HFSS 是天线设计的王者, 该教程全面解析了天线的基础知识、HFSS 天线设计流程和详细操作设置, 让 HFSS 天线设计不再难, 网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/4.html>

- **更多 HFSS 培训课程**, 敬请浏览: <http://www.edatop.com/peixun/hfss>

## 关于易迪拓培训:

易迪拓培训([www.edatop.com](http://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](http://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相关培训课程和 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>