

基于容性负载开环谐振器的双频带通滤波器

陈光荣¹ 徐锋明² 孟令琴²

(1 南京电子技术研究所, 南京 210013; 2 上海大学 通信与信息工程学院, 上海 200072)

摘要: 本文利用容性负载开环谐振器设计了一个工作在无线局域网(2.45/5.2GHz)的新型紧凑双频带通滤波器。由于采用容性负载谐振器, 该新型双频带通滤波器具有较小的体积和较小的插入损耗。采用了0°馈电方式, 使得在第一个通带两端产生传输零点提高频率选择性。在输入和输出端采用了四分之一波长传输线来阻抗匹配。最后, 测试结果和仿真结果吻合的较好。

关键词: 双频; 慢波结构; 微带开环谐振器

Compact Dual-Band Bandpass Filter Using Open-loop Resonators with capacitive loading for WLAN Applications

CHEN Guang-rong¹, XU Feng-ming², MENG Ling-qin²

(1 Nanjing Research Institute of Electronics Technology, Nanjing 210013, China;

2 School of Communication and Information Engineering, Shanghai University, Shanghai 200072, China)

Abstract: In this letter, novel compact open-loop resonators with capacitive loading are used to design the bandpass filter with dual-band response working at for WLAN (2.45/5.2 GHz). Compared with previous works, it is obviously shown that the novel dual-band BPF has a smaller area and lower insertion loss. A zero-degree feed structure is employed to produce transmission zeros near the first passband, and a quarter-wavelength feed line for impedance matching is added at the input and output of the filter. Good agreement is validated between the full-wave EM simulation and the measurements.

Key words: dual-band; slow-wave structure; microstrip open-loop resonator

1 引言

双频带通滤波器在现代无线通信系统中扮演了重要的角色, 例如: 全球移动通信系统(GSM)、宽带码分多址(WCDMA)、无线本地局域网络(WLAN)都要求产品或终端同时工作在多个频段[1]。在过去, 平面的双频带通滤波器由两个工作在不同频段的滤波器组成[2]。在文献[3]中, 在开环谐振器中间点位置并联开路枝节被用来设计紧凑双频带通滤波器, 通过调节开路枝节的长度和位置控制谐振器的偶模产生所需要的第二个通带。利用类交趾阶跃阻抗谐振器设计工作在无线局域网(2.4/5.2 GHz)的双频带通滤波器[4]。官雪辉[5]等人利用慢波开环谐振器来设计双频带通滤波器, 以达到滤波器小型化的目的。Chu[7]等人利用一种新型的能够产生3个传输零点的耦合结构来设计双频带通滤波器。

无线局域网(WLAN)的IEEE 802.11b 和IEEE 802.11g 协议要求产品或终端分别工作在2.4、2.45GHz, IEEE 802.11a协议则要求工作在5.2-5.8GHz频段内[1][6]。本文提出一种同时工作在2.45、5.2GHz

的双频带通滤波器。通过减少内部的U型枝节和外部的开环谐振器之间的耦合距离, 便可以减少谐振器的基频谐振频率和寄生谐振频率, 从而达到滤波器小型化的目的。最后, 该滤波器的测试效果和仿真结果吻合的较好。

2 滤波器的设计

图1展示了本文所提出的工作在WLAN频段的双频带通滤波器。它由容性负载谐振器和四分之一波长匹配线组成。在传统的正方形开环谐振器里加入两根相同的两端开路的U型枝节, 便组成了具有慢波效应的谐振器[8], 这并不增大滤波器的体积。四分之一波长传输线(对于2.45GHz)连接谐振器和输入输出端的50Ω馈线, 以达到阻抗匹配的目的。因为寄生谐振频率(5.2GHz)大致是基频谐振频率(2.45GHz)的两倍, 该四分之一波长传输线对于(5.2GHz)来说, 相当于二分之一波长传输线, 没有阻抗变换的作用。该四分之一波长传输线的宽度为0.6mm, 特性阻抗为80Ω。

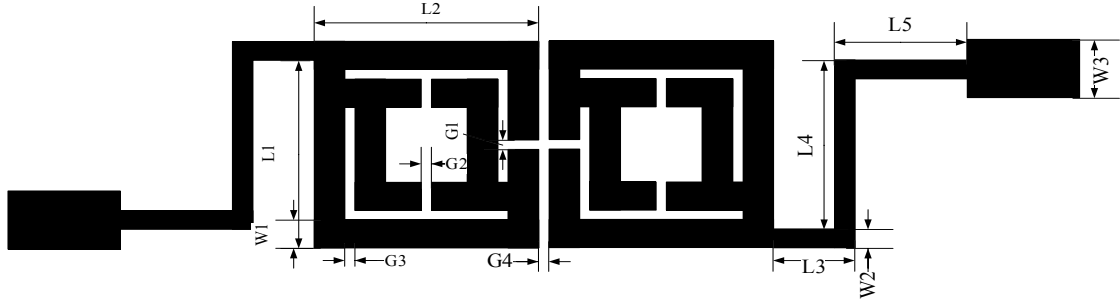


图1 双频带通滤波器的结构图

通过EM仿真软件Sonnet EM[9],我们就可以确定谐振器谐振时对应的物理尺寸,接下来通过该软件就可以确定谐振器之间的耦合系数了。这里我们采用电耦合方式,设计所需要的耦合系数由下列式子决定[10]:

$$K_{ij} = \frac{f_b^2 - f_a^2}{f_b^2 + f_a^2} \quad (1)$$

f_b 、 f_a 分别是谐振器分裂谐振模式频率所对应的高、低谐振频率。耦合系数与两谐振器之间的耦合距离关系如图2所示:

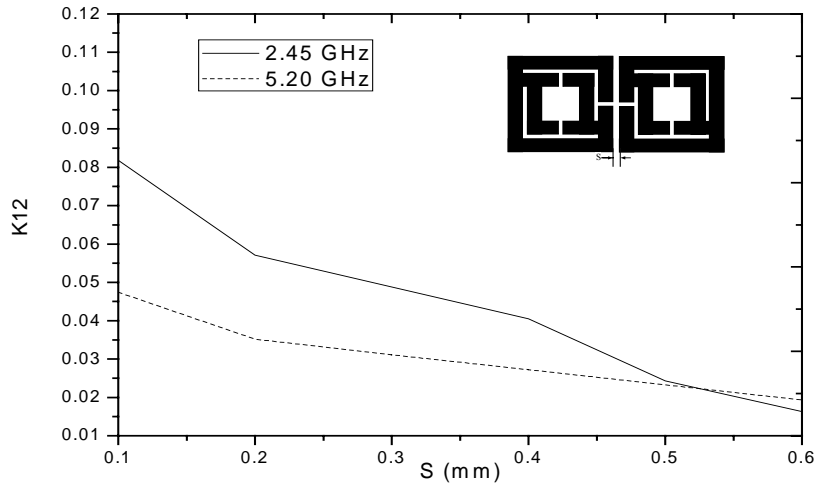


图2 耦合系数与谐振器之间的距离关系图

设计滤波器的微带介质板参数如下:相对介电常数2.78,介质板厚度0.8mm。经过软件的优化仿真,本文所提出的滤波器具体物理尺寸如下:

W1=1.0mm, W2=0.6mm, W3=2.0mm, L1=8.4mm, L2=9.0mm, L3=3.0mm, L4=7.0mm, L5=7.2mm, G1=0.2mm, G2=0.4mm, G3=0.4mm, G4=0.2mm.

3 仿真与测试结果

图3所示滤波器的加工实物图,由于采用了容性负载谐振器,滤波器的尺寸较小,显得较为紧凑。

如图4所示,测试结果和仿真结果吻合的较好。虚线代表的是仿真结果,仿真时考虑了介质损耗和导体损耗(介质损耗正切角0.002,铜的导电率 5.8×10^7 S/M),由于采用了 0° 馈电结构,通带两端各有一个传输零点以提高滤波器的频率选择性。

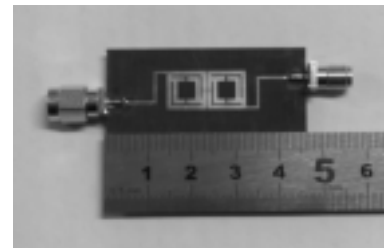


图3 双频带通滤波器的实物图

实线代表的是采用Agilent 8722ES 矢量网络分析仪的测试结果。滤波器中心频率分别为2.16、5.16GHz, 3-dB百分比带宽分别为10.4、7.1%, 通

带内的插入损耗分别为2.06、2.86dB，三个传输零点分别在1.98、3.31、5.76GHz实现，测试结果和仿真结果吻合的较好。

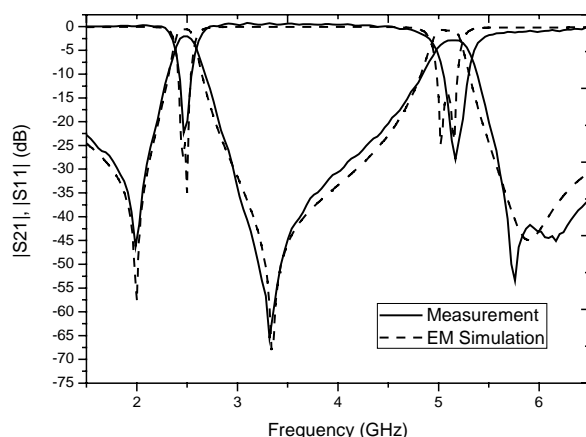


图4 滤波器的仿真与测试结果

4 结论

本文提出一个基于容性负载谐振器的双频带通滤波器(2.45/5.2GHz)。采用0°馈电方式，使得在通带两端各有一个传输零点以提高滤波器的频率选择性。四分之一波长传输线被用来在输入和输出端的阻抗匹配。最后，测试结果和仿真结果吻合的较好，证实了本文设计的有效性。

参考文献

- [1] J. Ryynänen, K. Kivekäs, J. Jussila, and K. A. I. Halonen, "A dual-band RF front-end for WCDMA and GSM applications," *IEEE J. Solid-State Circuits*, vol. 36, no. 8, pp. 1198-1204, Aug. 2001.
- [2] J. T. Kuo, T. H. Yeh, and C. C. Yeh, "Design of microstrip bandpass filters with a dual-passband response," *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.*, vol. 53,

no. 4, pp. 1331-1337, Apr. 2005.

- [3] Priyanka Mondal, Mrinal Kanti Mandal, "Design of dual-band bandpass filters using stub-loaded open-loop resonators," *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.*, vol. 56, no. 1, pp. 150-155, Jan. 2008.
- [4] Min-Hang Weng, Hung-Wei Wu, and Yan-Kuin Su, "Compact and low loss dual-band bandpass filter using pseudo-interdigital stepped impedance resonators for WLANs," *IEEE Microw. Wireless Compon. Lett.*, vol. 17, no. 3, pp. 187-189, Mar. 2007.
- [5] Xuehui Guan, Zhewang Ma, Peng Cai, Tetsuo Anada, and Gen Hagiwara, "Microstrip dual-band bandpass filter using slow-wave resonators for WLAN applications," *Microwave Opt. Tech. Lett.*, vol. 49, no. 1, pp. 14-16, Jan. 2007.
- [6] S. Wu and B. Razavi, "A 900-MHz/1.8GHz CMOS receiver for dualband applications," *IEEE J. Solid-State Circuits*, vol. 33, no. 12, pp. 2178-2185, Dec. 1998.
- [7] Qing-Xin Chu and Fu-Chang Chen, "A compact dual-band bandpass filter using meandering stepped impedance resonators," *IEEE Microwave and Wireless Compon Lett* 18(2008), 320-322.
- [8] Xin-Hun Jiang, and Guo-Hui Li, "Compact design of a band-pass filter with novel open-loop resonators," *Microwave Opt. Tech. Lett.*, vol. 49, no. 11, pp. 2755-2757, Nov. 2007.
- [9] Sonnet suite, ver. 9.52, Liverpool, NY: Sonnet Software (2004).
- [10] J. S. Hong and M. J. Lancaster, "Cross-coupled microstrip hairpin-resonator filters," *IEEE Trans Microwave Theory Tech* 46 (1998), 118-122.

微波滤波器设计培训——视频课程

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, 致力和专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养, 是国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地。客户遍布中兴通讯、研通高频、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。

我们推出的微波滤波器设计培训专题, 有资深工程师领衔主讲, 课程既有微波滤波器设计原理的详细解释, 也有各种仿真分析工具的实际设计应用讲解, 设计原理和设计仿真实践相结合, 向大家呈现各种结构的微波滤波器的完整设计流程。旨在帮助大家透彻地理解并实际的掌握各种微波滤波器的设计。



微波滤波器设计培训专题视频课程

高清视频, 专家授课, 中文讲解, 直观易学; 既有微波滤波器设计原理的详细解释, 也有像 ADS、CST、HFSS 各种仿真分析工具的实际设计应用讲解, 旨在帮助大家透彻地理解并实际的掌握各种微波滤波器的设计。

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

更多专业培训课程:

- **HFSS 视频培训课程**

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

- **CST 视频培训课程**

网址: <http://www.edatop.com/peixun/cst/>

- **天线设计专业培训课程**

网址: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/>