

双通带滤波器的设计

金洋

摘要: 随着无线通信技术的飞跃发展,如今同时工作在两个或多个频段的通信系统成为了其重要的研究方向,而本文主要提供的是双通带滤波器的研究。我们知道,双通带滤波器的研制有很多种方法,可以将一个带通滤波器和一个带阻滤波器串联从而制成,而本次我设计的方法则是用的两个带通滤波器并联实现的双通带滤波器,故而我将从设计单通带滤波器的原理进行阐述。本文简单的介绍了滤波器的基本理论和设计原理,包括切比雪夫型滤波器低通原型^[1],由低通原型设计带通滤波器的频率变换方法和过程,J、K 变换等实现阻抗变换,利于用微带线实现实际的电路结构。最后使用 HFSS 软件,确定尺寸并且创建模型。最后设计出了一款中心工作频率分别为 2.4GHZ 和 3.8GHZ,各自-1dB 带宽为 140MHZ 和 90MHZ。在带内的回波损耗低于-15dB,插入损耗小于-2dB 的双通带滤波器,满足 WiFi/Wlan 运用。

关键字: 频率变换; 双通带滤波器; 微带线

Abstract: With the rapid development of communication technology, today, while working in two or more bands of communication systems has become an important research direction, and this paper is to study the offer dual-band filter. We know that the development of dual-band filters, there are many ways, a band-pass filter and a band-stop filter can be connected in series and thus made, but this way I designed it with two pass-band filter in parallel to achieve dual-band filter, and therefore I will elaborate design principles single pass-band filter. This paper briefly introduces the basic theory and design principles of the filter, including the low-pass filter prototype by frequency conversion method and process low-pass prototype band-pass filter, J, K transform to achieve impedance transformation, conducive to the actual circuit configuration using the micro-strip line. Finally, use HFSS software and create a model to determine the size. Finally devised a center frequency and were 2.4GHZ/3.8GHZ, each -1dB, 140MHZ bandwidth and 90MHZ. Return loss is less than the band -15dB, insertion loss is less than the dual-pass-band filter -2dB meet WIFI/WLAN use.

Key words: frequency conversion; dual-band filter; micro-strip line;

1. 引言

无线通信技术的飞速发展,给人们的生活带来了很大的提升,人们对于其需求也在不断的增长,许多种新兴的通讯标准和新技术也表现了出来,高性能化、高度集成化、多功能化的产品也随之产生,在这样的形式之下,尤其是对于双频无线通信系统的发展^[2],作为 RF 前端设备中的重要组成器件之一的双频滤波器受到人们广泛的关注^[3]。欧洲,美国,日本等国家的专家对于双通带滤波器的研制给予了极高的重视,到目前为止,已经研制出了许多形式的双双通带滤波器。但是对于我们国家,在双频滤波器的研制上还处于刚刚起步的阶段。然而双通带滤波器已经全面进入市场化的,研究和设计双频滤波器已经成为了市场需求,具有着极为重要的现实意义以及广阔的应用前景。

2. 滤波器基本理论

滤波器是一种二端口网络^[4]。它具有频率选择的特性。即可以让某些频率顺利通过,而对其它频率的信号加以抑制。一般来说,滤波器具有以下 3 大用途:分离信号、抑制干扰和延迟信号。滤波器的分类方法有很多种,按频带范围可分为窄带和宽带滤波器;按作用可分为高通、低通、带通和带阻滤波器^[5],按结构即可分为微带线型、波导型、悬置线型、同轴线型和带状线型滤波器等;按原型来分又可以分为集总参数原型滤波器和分布参数原型滤波器。

在实际滤波器设计中都是事先确定一个低通原型,然后经过频率和元件值变换而得到需要综合的滤波器元件值。滤波器的基础是谐振电路,只要能构成谐振的电路组合就可实现滤波器。

3. 设计过程

3.1 创建模型

此次设计采用的是 HFSS 软件设计的,介质基板采用 rogers4350 相对介电常数 3.66,厚度 h 为 0.508mm,计算得到 2.5GHz 处的 1/4 波导波长约为 21mm,3.8GHz 处的 1/4 波导波长约为 18mm,通过各参数基本确定了该双通带滤波器的结构如下图 1 所示。并在 HFSS 中建立模型如下图 2 所示:

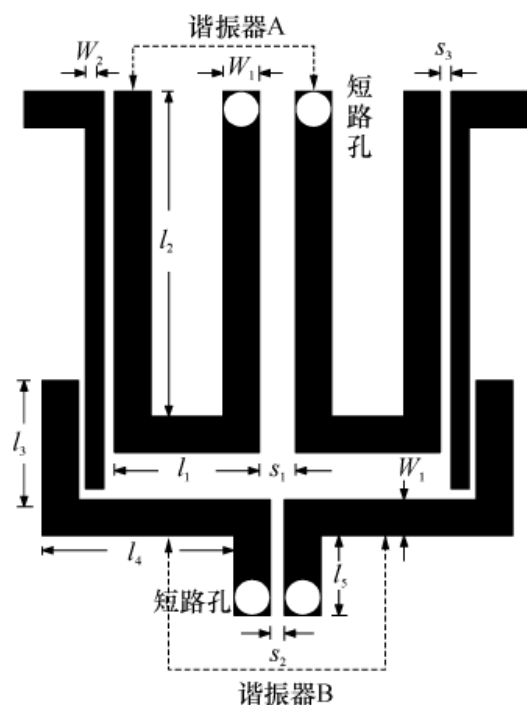


图 1 双通带滤波器结构图

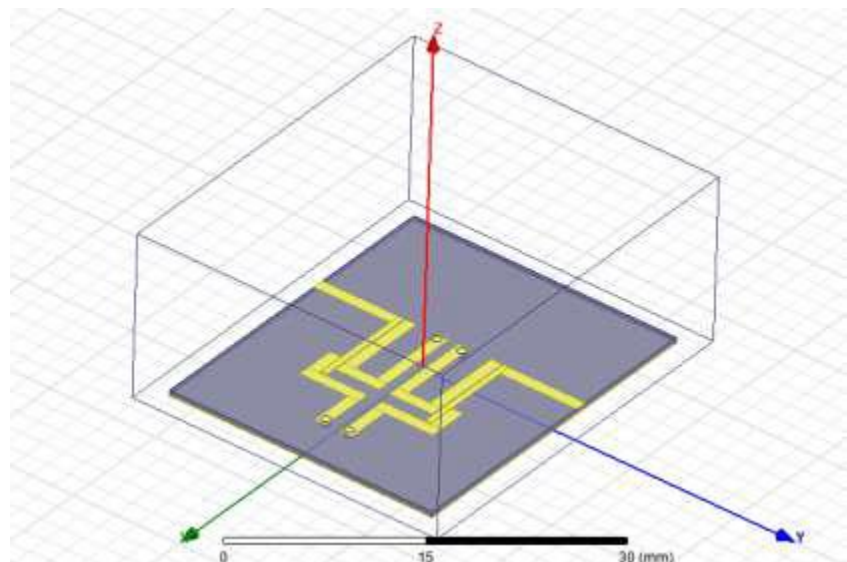


图 2 双通带滤波器模型图

3.3 参数分析

根据上述描述创建相关模型后，通过分析该结构的参数，得到相应参数对滤波器性能的影响：调节 L2 即谐振器 A 的长度，可以得到其主要影响滤波器在低频段的谐振特性，当 L2=8.5mm 时，滤波器在低频段谐振 2.15GHz 处；当 L2=7.5mm 时，滤波器在低频段谐振在 2.45GHz 处；当 L2=6.5mm 时，滤波器在低频段谐振在 2.7GHz 处，而高频段的谐振特性基本不变。图 3 是 L2 不同尺寸下滤波器的 S 曲线。

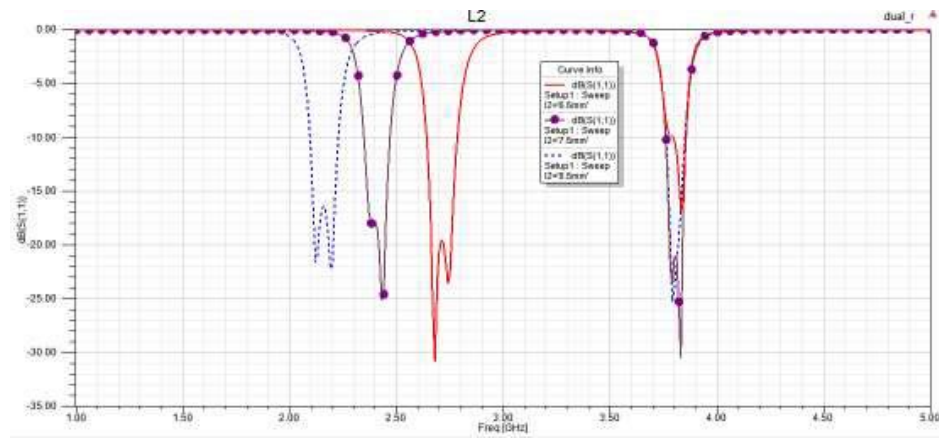


图 3 不同的 L2 下滤波器的频率曲线

调节 L5 即谐振器 B 的长度，可以得到其主要影响滤波器在高频段的谐振特性，当 L5=3mm 时，滤波器在高频段约谐振在 4.2GHz 处；当 L5=4mm 时，滤波器在高频段约谐振在 3.9GHz 处；当 L5=5mm 时，滤波器在高频段约谐振在 3.4GHz 处，而低频段的谐振特性基本不变如图 4 所示。

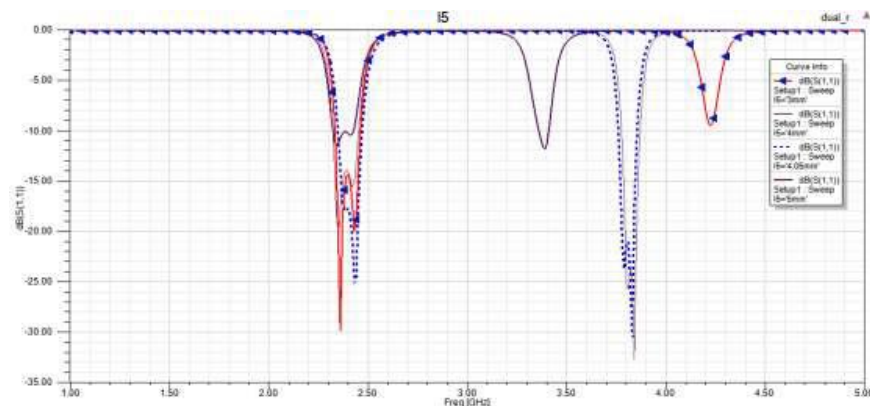


图 4 不同 L5 下的滤波器的频率曲线

改变 S2 探究其对传输系数的影响，如下图所示，当 S2 变化时，在高频段的回波出现明显的两个谐振峰，谐振峰随着 S2 的增大而愈加明显，如图 5 所示，这表明了调节 S2 能够调节滤波器在高频段的工作带宽：

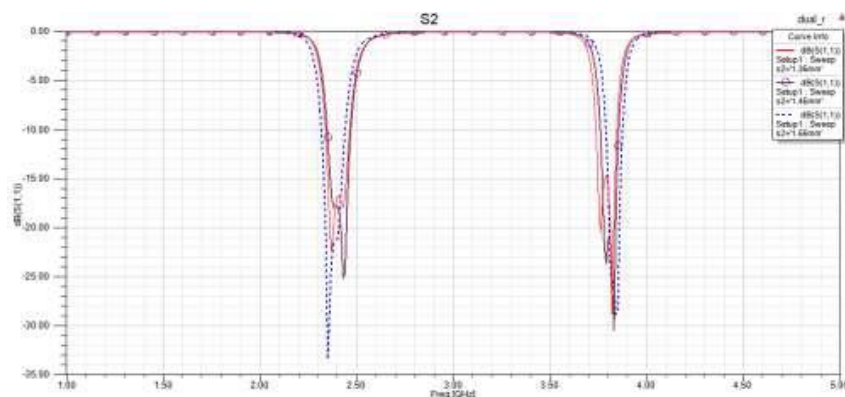


图 5 调节 S2 回波谐振峰的改变情况

3.4 优化结果

通过优化设计得到如下结果，该滤波器工作在 2.4GHz 和 3.8GHz，各自 -1dB 带宽为 140MHz 和 90MHz。在带内的回波损小于 -15dB，插损小于 -2dB，满足 WiFi/Wlan 的运用。

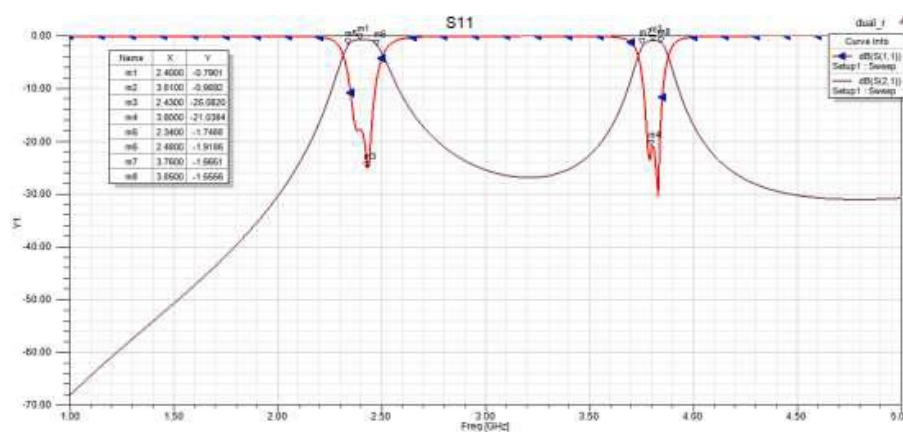


图 6 优化过后滤波器各参数曲线

通过参数验证从而得出几种相应的参数对于滤波器性能的影响，如图 6 所示并最终通过设计优化得出了工作中心频率工作在 2.4/3.8GHz 的双通带滤波器。

4. 实物结果分析

4.1 实物图形

初始加工的实物图如下图 7 所示，通过比较可以看出实物的尺寸实现了相对的小型化。在初始加工的实物的基础上接入了 SMA 端口，通过端口与测量仪器相连接测出实物结果图，接入端口的实物如图 8 所示：

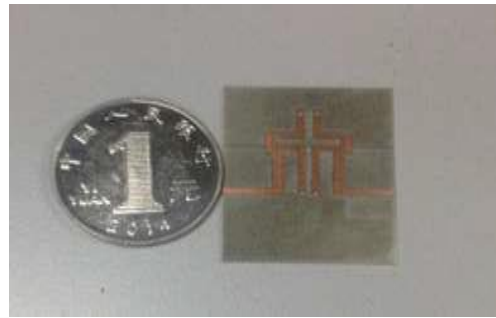


图 7 加工实物

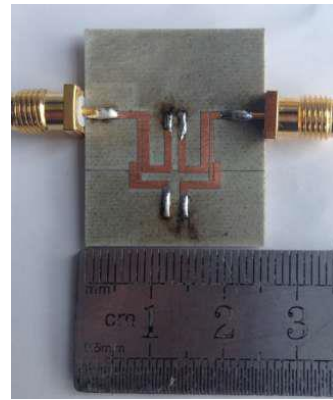


图 8 接入 SMA 端口

4.2 测试

通过在测量过程中不断的调试，图 9 为实物测量过程最终获得测试结果图如下图 10 所示，实物测得图形与之前设计过程中的仿真图形（图 6）较为相近，带内回波损耗均低于-15dB,也进一步验证了我的设计方法：

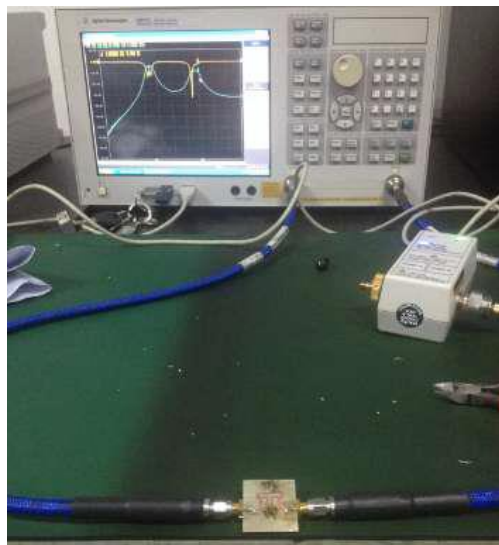


图 9 实物测量过程

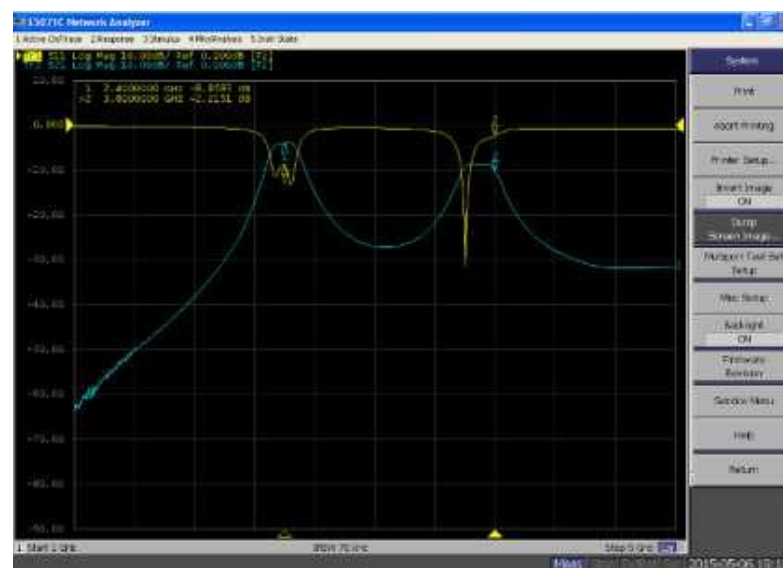


图 10 实物测量结果图

5. 总结

本课题主要研究目的是在于设计出工作于 WLAN/WIFI 的双频带通滤波器，从所设计的成本和实用性的角度来看，对于板材的选择进行了充分的考虑，并且从其原理到结构，都作出了详尽的原理分析和结构上的设计。最终完成了双通带滤波器的软件仿真，证明了理论的正确性和可行性。

本文开始介绍了双频滤波器的设计方法，设计指标，然后介绍了滤波器的理论知识，最终将两个带通滤波器并联的方法即寄生通带法设计出了此款双频滤波器，该滤波器的回波损耗小于-15dB,插入损耗小于-2dB。利用微带线实现实际的电路结构。此外，运用此种方法即将两种带通滤波器进行并联实现的双通带滤波器与其他设计方法相比较，此种方法较为简便，同时它是由两个工作在不同频率中心的带通滤波器组成，因此可以分开设计，通带性能较高，且相互之间不存在影响。

参考文献

- [1]Hong J S,Lancaster M J.Micro-strip Filters for RF/Microwave Applications[M].New York:Wiley Inter-Science,2001.
- [2]郑永帅.应用于无线局域网的双频微带线的分析与设计[D]. 大连：大连海事大学，2006.
- [3]S.-F.R.e-hang,W.-L.ehen,S.-E.ehang.A dual-band RF transeeiver for multi-standard WLAN applications.IEEE Trans.Microwave Theory Tech,vol.53,no.3,2005:1048-1055.
- [4]黄席椿，高顺泉.滤波器综合法设计原理[M]. 北京：人民邮电出版社，1978.
- [5]廖承恩.微波技术基础[M].西安：西安电子科技大学出版社，2004.