

基于平行耦合微带线和 DGS 结构的超宽带滤波器

王 章 静

(电子科技大学 电工学院, 四川 成都 611731)

摘 要:提出一种应用于超宽带通信且结构紧凑的平面微带带通滤波器,通带范围为 3.1~10.6 GHz,带内插损小于 1 dB,群延时为 0.2~0.6 ns,高于 10 dB 的带外抑制。超宽带的带宽通过在耦合微带线正下方底面加载缺陷地结构(DGS)实现;分别在耦合线上加载折叠的阶跃阻抗枝节和 DGS 上附加 2 条槽线,在通带的低频和高频边缘产生 2 个传输零点,以获得较好的频带选择性与良好的带外抑制。在实验误差允许下,仿真和测量结果较一致。

关键词:耦合微带线;缺陷地结构(DGS);折叠阶跃阻抗枝节;2 条槽线;带通滤波器

中图分类号: TN384

文献标识码: A

Ultra-Wideband Bandpass Filter Based on Parallel-coupled Microstrip Lines and Defected Ground Structure

WANG Zhangjing

(School of Electronic Engineering, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 611731, China)

Abstract: A compact planar micro-strip band-pass filter with 3.1~10.6 GHz bandwidth is proposed. Filter with in-band insertion loss of less than 1 dB, group delay of 0.2~0.6 ns and out-band rejection above 10 dB is presented for ultra-wideband (UWB) applications. The desired UWB band is realized by fabricating a defected ground structure (DGS) in the bottom of the coupled micro-strip lines. A folded stepped-impedance stub fabricated on the frontal surface of the micro-strip lines and two slots slotted in the metal patches of the DGS offer two transmission zeros at both lower and upper edges of the pass-band to improve the pass-band selectivity and band rejection significantly. The simulated values and measured parameter values are in good agreement within experimental error.

Key words: coupled microstrip lines; defected ground structure(DGS); folded stepped-impedance stub; two slots; bandpass filter

0 引言

2002 年,美国联邦通讯委员会(FCC)发布了超宽带通讯标准,小型化、低插入损耗和高带外抑制的超宽带带通滤波器一直是最近研究的热点^[1]。多模谐振技术较适合用于制作做宽带滤波器^[2-3],设计的滤波器通带范围可覆盖整个超宽带频段,但插入损耗与带外抑制的表现较差。在文献^[4]中,微带线到共面波导过渡结构实现的超宽带滤波器有较低的插损和好的频带效果,但在高频处存在较差的带外抑制。优化的短路枝节高通结构实现的超宽带带通滤波器^[5],有好带外抑制但通带频段却不能覆盖整个超宽带频段。

本文提出一种结构紧凑的超宽带(UWB)滤波

器,通带带宽通过在平行耦合微带线下加载缺陷地结构(DGS)实现。加载折叠的阶跃阻抗枝节和槽线产生 2 个传输零点,在通带外实现高于 10 dB 的带外抑制^[6]。实验结果表明,带内插入损耗小于 1 dB,群延时为 0.2~0.6 ns。仿真和实验结果表明,本文设计的超宽带滤波器满足超宽带通信应用。

1 UWB 滤波器设计

图 1 为设计的超宽带滤波器的结构。图中, l_1 为滤波器的长, w_1 为滤波器的宽, l_4 为开缝的长度, w_4 为开缝的宽度。图为展现槽线图 1(b)相对图 1(a)有放大。滤波器使用基底介质为 RO5880,介电常数为 2.2,损耗角正切 $\tan \delta$ 为 0.000 9,厚为

收稿日期:2012-11-18

基金项目:国家自然科学基金资助项目(61001086,61201271)

作者简介:王章静(1977-),女,四川成都人,工程师,博士生,主要研究方向为智能数据处理的应用。

0.508 mm。在低频截止边沿,折叠的阶跃阻抗枝节提供一个传输零点;在高频截止边沿,附加2条槽线的DGS结构提供一个传输零点。

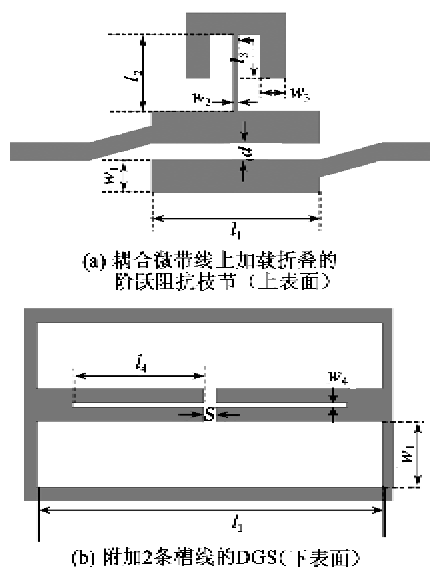


图1 设计的超宽带滤波器结构

1.1 超宽带带通设计

中心频率与通带范围主要由 l_1 和 w_1 决定。图2为 l_1 与 w_1 的 S 参数仿真结果。由图2(a)可看出,当 w_1 确定时,通带带宽随 l_1 的提高而提高。由图2(b)可看出,当 l_1 确定时,通带带宽随 w_1 的提高而提高。通过调节参数 l_1 与 w_1 的值,可得频带宽度为 3.1~10.6 GHz。通过优化设计,选取的 l_1 约为中心频率的半波长, $l_1=13.5$ mm, $w_1=3$ mm。

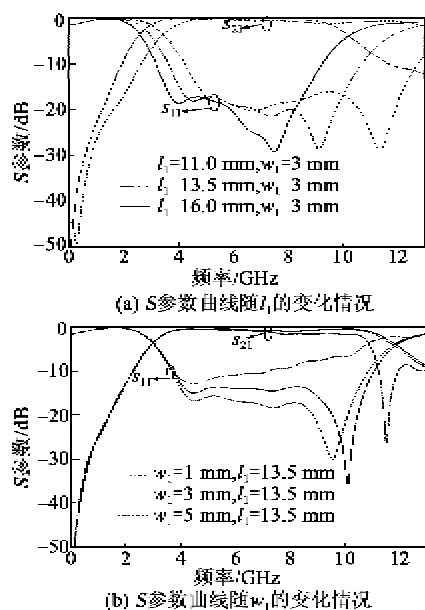


图2 不同变量下 w_1 和 l_1 的 S 参数曲线

1.2 传输零点设计

通过加载折叠的阶跃阻抗枝节获得低频端的传输零点, $w_2 : w_3 = 1 : 4$ 的条件下,传输零点的位置主要由 l_2 与 l_3 的长度决定。

图3为 l_2 与 l_3 的 S 参数仿真结果。通过优化设计,选取 $l_2=7$ mm 和 $l_3=6$ mm,从而在低频段 3.1 GHz 附近获得超过 10 dB 的带外抑制。

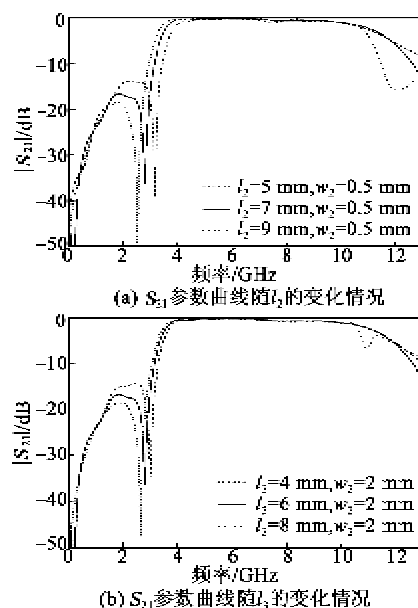


图3 不同量值下的 l_2 和 l_3 的 S_{21} 参数曲线

高频端的传输零点主要通过 DGS 结构附加 2 条槽线实现。在 $w_4 < 0.5$ mm 的条件下,主要由 l_4 的长度决定。图4为 l_4 的 S_{21} 参数仿真结果。当 $l_4=7$ mm, $w_4=0.3$ mm 时,高频段 10.6 GHz 附近获得高于 10 dB 的带外抑制。

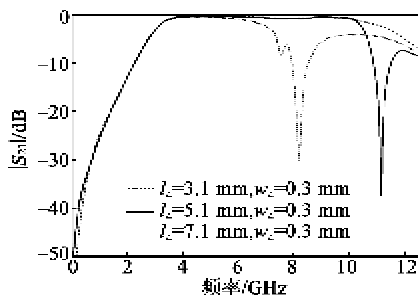


图4 不同情况下 l_4 的 S_{21} 参数曲线

2 实验结果与讨论

图5为制作的超宽带滤波器上、下表面的照片。不包含 SMA 接头的整个尺寸为 50 mm×30 mm。优化的滤波器变量参数: $w_1=3.1$ mm, $w_2=0.5$ mm, $w_3=2$ mm, $w_4=0.3$ mm, $l_1=13.5$ mm, $l_2=7$ mm, $l_3=6$ mm, $l_4=5.1$ mm, $d=1.5$ mm, $s=$

0.5 mm。

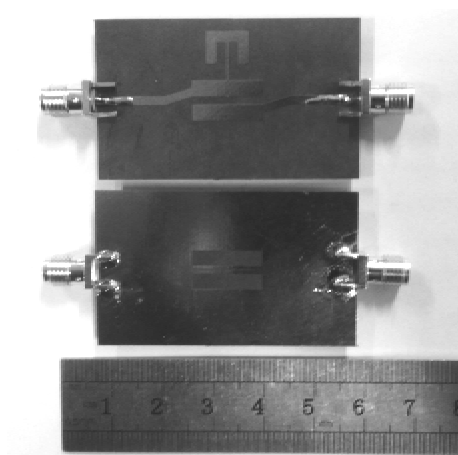


图5 加工的滤波器实物图

图6为本文设计加工的滤波器 S 参数和群延时的仿真与测试曲线对比图。试验结果使用Agilent E8363B 矢量网络分析仪测试获得。图6为设计的滤波器覆盖整个超宽带频段,插入损耗小于1.0 dB,高低频段附近的带外抑制至少高于13 dB,带内群延时为0.2~0.6 ns。仿真与测试结果在实验误差允许下符合较良好。误差可能源于介质材料的损耗,加工精度及SMA接头的损耗。

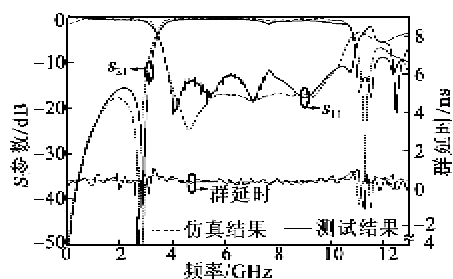


图6 滤波器的仿真与测试曲线比较

3 结束语

本文通过在平行耦合微带线下加载折叠的阶跃阻抗枝节和缺陷地(DGS)结构附加槽线在低频端段和高端产生2个传输零点,进而使滤波器获得高带外抑制。平行耦合微带线下加载缺陷地结构(DGS)实现超宽带通带。仿真和试验结果表明,本文的设计方法与结构形式可应用于超宽带滤波器设计。

参考文献:

- [1] Federal Communications Commission. Revision of part 15 of the commission's rules regarding ultra-wideband transmission systems [J]. Tech Rep. ETDocket, FCC02-48, 2002;98-153.
- [2] ZHU L, SUN S, MENZEL W. Ultra-wideband (UWB) bandpass filter using multiple-mode resonator [J]. IEEE Microw Wirel Compon Lett, 2005, 15(11):796-798.
- [3] HAN L, WU K, ZHANG X. Development of packaged ultra-wideband bandpass filters [J]. IEEE Trans Microw Theory Tech, 2010, 58:220-228.
- [4] ZHU L, SUN S, MENZEL W. Ultra-wideband (UWB) band-pass filter with hybrid microstrip/CPW structure [J]. IEEE Microw Wirel Compon Lett, 2005, 15(12): 844-846.
- [5] HONG J S, SHAMAN H. An optimum ultra-wideband microstrip filter [J]. Microwave Opt Technol Lett, 2005, 47(3):230-233.
- [6] ZHU L, MENZEL W. Compact microstrip bandpass filter with two transmission zeros using a stub-tapped half-wavelength line resonator [J]. IEEE Microw Wirel Compon Lett, 2003, 10(1):16-18.

欢迎订阅《压电与声光》杂志