

CMMB 用滤波器的仿真设计

钟 少 波

(电子科技大学 物理电子学院, 四川 成都 610054)

摘 要:报道了一种具有宽带宽和高阻带抑制比的中国移动多媒体广播 (CMMB) 用滤波器。采用了梯形声表面波 (SAW) 陷波网络和 LC 高通滤波网络的综合设计结构, 运用 SAW 谐振器的 XTAL2 等效模型和 Murata 电感元件构建原理电路, 在 ADS 2009 中进行综合优化仿真得出滤波器的频响曲线, 使滤波器的通带插损小于 2.0 dB, 阻带抑制大于 43 dB, 能很好地进行选频。

关键词:梯形声表面波陷波网; 中国移动多媒体广播 (CMMB); 声表面波 (SAW) 谐振器

中图分类号: TN65; TN944

文献标识码: A

Simulation and Design of Filter for CMMB

ZHONG Shaobo

(School of Physical Electronics, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610054, China)

Abstract: A filter with wide bandwidth and high impedance for China mobile multimedia broadcasting (CMMB) has been reported in this paper. The filter uses a ladder type SAW notch network and high-pass LC filter network structure. The principle circuit is constructed by using XTAL2 equivalent model of SAW resonator and Murata inductive components. The frequency response of filter is obtained through integrated simulation optimization within ADS. The insertion loss of pass-band is less than 2.0 dB, the stop-band rejection is better than 43 dB, and the frequency selection is very well.

Key words: ladder type SAW notch network; CMMB; SAWR

0 引言

中国移动多媒体广播 (CMMB) 采用 U 频段地面覆盖网络来实现城市人口密集区域移动多媒体广播电视信号的有效覆盖^[1]。该频段 (470 ~ 860 MHz) 较宽, 且频谱分布较复杂, 存在多种干扰信号, 这些信号既有来自模拟电视信号的干扰, 也有因印制电路板 (PCB) 高度集成而来自其他通信系统的干扰。CMMB 内置天线和共用天线的发展也迫切需要在天线和 CMMB 数字电视接收模块间置入能有效选择 CMMB U 频段信号并抑制干扰信号的滤波器, 以保证信号频谱的纯度和系统的灵敏度。本文设计的一款滤波器能有效选择 CMMB U 频段信号并抑制模拟电视干扰信号和 GSM 900 等移动通信系统的干扰信号。

1 基本原理

模拟电视信号的频率低于 200 MHz, 中国陆地 GSM 系统采用 900 MHz 频段, 上行 890 ~ 915 MHz, 下行 935 ~ 960 MHz^[2]。因此我们需设

计的滤波器通带为 470 ~ 860 MHz, 上边带为 880 MHz, 下边带为 200 MHz, 且阻带抑制比大于 43 dB。

声表面波滤波器 (SAWF) 以抗辐射能力强、可靠性高、设计灵活、易于大批量生产而被广泛应用于雷达、通讯、信号处理等领域^[3]。射频 (RF) 声表面波滤波器 (SAWF)^[4] 体积小, 甚至可封装在 1.1 mm × 0.9 mm × 0.4 mm 的体积之内, 有双交错 (IIDT)、纵向耦合多模 (LCRF) 和阻抗元 (IEF) 等结构形式。IIDT 结构由于插入损耗大, 已很少使用。LCRF 结构由于近端抑制和功率承受能力不理想, 而 CMMB 要求系统最大能承受 10 dBm 的功率, 故具有损耗小、近端抑制高和功率承受能力大的阻抗元结构是我们理想的选择。

将一定数量的声表面波单端对谐振器 (SAWR) 在没有声波耦合的情况下电连接起来就构成了阻抗元声表面波滤波器 (IEF SAWF), 这些谐振器按串并排列, 就形成了梯形结构 IEF SAWF, 如图 1 所

收稿日期: 2012-11-03

作者简介: 钟少波 (1988-), 男, 江西人, 硕士生, 主要从事电子通信技术研究

示。梯形结构 SAWF^[5]的插入损耗低,能承受大功率,体积小,在带宽减小不大的情况下能提高带外抑制,该结构形式广泛应用于 RF SAWF 中。然而梯形结构 SAWF 的带宽较窄^[6],故单纯由 SAWF 并不能满足设计指标要求。我们注意到单端对谐振器在谐振频率附近可等效为图 2 所示电路,因而可在 SAWR 的两端并联分立电感元件与 SAWR 的静态电容构成高通滤波网络,并将其与单端对谐振器串并构成的梯形陷波网络综合起来实现设计目标。

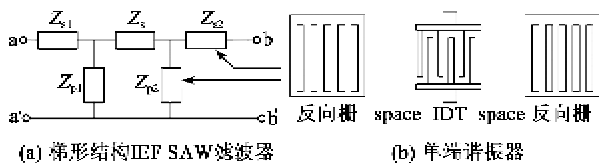


图1 梯形结构 IEF SAW 滤波器

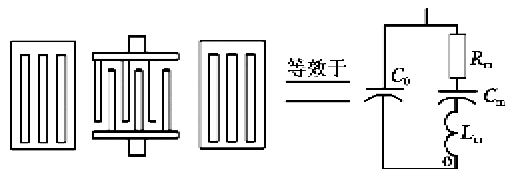


图2 单端对谐振器等效电路

2 单端对谐振器的设计

SAWR 由一个叉指换能器(IDT)和分立于其两侧的反射器构成,图 2 为通过测量 SAWR 的导纳特性而得到的其在谐振频率附近的等效电路^[7]。图 2 中,电容 C_m 、电感 L_m 及电阻 R_m 与 SAW 的传播、反射、损耗等特性有关,分别称为动态电容、动态电感和动态电阻。 C_0 为 IDT 的静态电容。ADS 2009 仿真软件中的 XTAL2 模块的等效电路如图 3 所示。因而可运用 ADS 2009 仿真软件中的 XTAL2 模块来等效 SAWR。

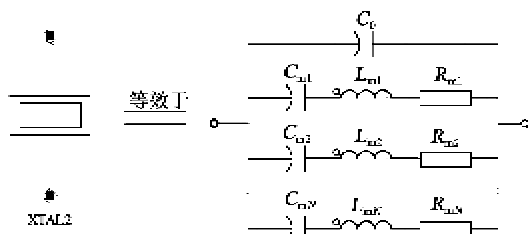


图3 XTAL2 模块及其等效电路

3 CMMB 滤波器的仿真

由 3 个单端口谐振器作为串联支路,再在中间串联谐振器两端各接一个单端口谐振器和理想电感作为并联支路并连接到地得到滤波器的原理电路如图 4 所示。

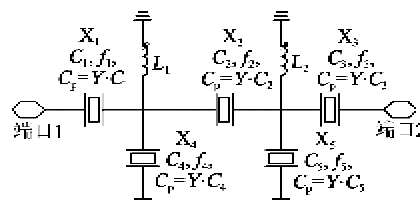


图4 CMMB 用滤波器等效电路

图 4 中, $f_1 \sim f_5$ 为 5 个 SAWR 的谐振频率, $C_1 \sim C_5$ 为各谐振模块的动态电容, Y 为静态电容比, L_1, L_2 为并联接地电感的电感值, Q 为无载品质因数,谐波数取 1,即 $OT=1$ 。所有谐振器的 Q, Y 值可设为相同,因为这 2 个参数的大小取决于基板特性和所用反射栅电极。

使并臂 SAWR 的谐振频率与串臂 SAWR 的反谐振频率相同是快速仿真设计的关键,CMMB 用滤波器需在 880~915 MHz 频率间隔内形成高抑制比的阻带,故将串臂 SAWR 的谐振频率限定在 830~870 MHz 范围,并臂 SAWR 的谐振频率范围限定在 880~920 MHz。

该滤波器采用 64°-Y 铌酸锂晶体作为基板,基板的声表面波传播速度为 4 742 m/s,机电耦合系数为 11.3%。设计指标:通带(470~860 MHz),插损(1.0 dB),阻带(<200 MHz 和 880~915 MHz),阻带抑制(>46 dB)。选用 Random 的优化方式对电路进行优化仿真。经多次优化得到符合要求的频响曲线后,将电感用合适值的 0201 封装的 Murata 电感元件替换,再多次优化调整后得滤波器的频率响应曲线如图 5 所示。表 1 为各 XTAL2 模块的参数。

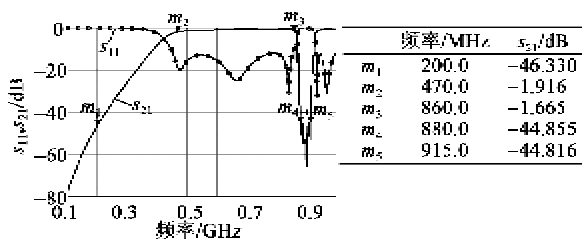


图5 使用 Murata 并联电感后的频响曲线

表1 使用 Murata 并联电感后个模块的参数设置

Q	Y	L_1/nH	L_2/nH	C_1/fF	C_2/fF	C_3/fF
800	100/11.3	8.2	10	682.9	384.0	532.3
C_4/fF	C_5/fF	f_1/MHz	f_2/MHz	f_3/MHz	f_4/MHz	f_5/MHz
327.6	155.4	835.8	840.5	847.0	901.8	913.7

4 结束语

根据等效电路理论与分析,本文从理论上分析并设计了采用梯形 SAW 陷波网络和 LC 高通网络综合结构的 CMMB 用滤波器,给出了原理电路,同时采用接近于应用实际的 Murata 电感库中 0201 封装的电感元件和 ADS 中 SAWR 等效模型-XTAL2-进行了联合仿真优化,并给出了滤波器的频响曲线。本设计得到的滤波器能覆盖整个 CM-MB 用 U 频段并具有极高的近端抑制比,且滤波器无需外加匹配电路,体积很小,满足 CMMB 的技术要求。

(上接第 627 页)

- [6] 张军锋,王敏庆,刘彦森,等. 高温下双层串联微穿孔板结构声学特性研究[J]. 压电与声光,2009,31(2):139-141.
ZHANG Junfeng, WANG Mingqing, LIU Yansen, et al. Study on acoustic characteristic of double layer micro-perforated panel absorber at high temperature[J]. Piezoelectrics & Acoustooptics, 2009, 31(2): 139-141.
- [7] 王鹏,王敏庆,刘彦森,等. 并联微穿孔板吸声结构研究[J]. 压电与声光,2008,30(4):489-491.
WANG Peng, WANG Mingqing, LIU Yansen, et al. Study on the parallel microperforated panels[J]. Piezoelectrics & Acoustooptics, 2008, 30(4): 489-491.
- [8] 赵晓丹,张晓杰,李守成. 微穿孔板在降低 NJI043DE 汽车噪声中的应用[J]. 汽车工程,2008,30(6):488-490.
ZHAO Xiaodan, ZHANG Xiaojie, LI Shoucheng. Application of micro-perforated plate to noise attenuation of vehicle NJI043DE[J]. Automotive Engineering, 2008, 30(6): 488-490.
- [9] 赵晓丹,胡鹏,孙平. 多层微穿孔板结构声学性能计算方法对比分析[J]. 应用声学,2012,31(3):196-201.

参考文献:

- [1] 解伟. 移动多媒体广播(CMMB)技术与发展[J]. 电视技术,2008,32(04):4-7.
- [2] 邵翔. GSM 系统对 GSM-R 系统的互调干扰分析[J]. 铁道工程学报,2012,6(2):83-87.
- [3] 许昌昆,孟秀林,林江,等. 声表面波器件及应用[M]. 北京:科学出版社,1984.
- [4] 曹亮,秦廷辉. 声表面波滤波器技术及发展[C]//西宁:中国电子学会第十四届电子元件学术年会论文集,2006.
- [5] ASH E A. Surface wave grating reflectors and resonators[J]. Digest of IEEE Microwave Symposium, 1970, 10(1109): 385-386.
- ZHAO Xiaodan, HU Peng, SUN Ping. The comparative analysis of calculation methods for absorptivity of multilayer micro-perforated panel absorber [J]. Applied Acoustics, 2012, 31 (3): 196-201.
- [10] LEE D H, KOWN Y P. Estimation of the absorption performance of multiple layer perforated panel systems by transfer matrix method[J]. Journal of Sound and Vibration, 2004, 278(4/5): 847-860.
- [11] 张斌,陶泽光,丁辉. 用传递矩阵法预测单层或多层微穿孔板的吸声性能[J]. 应用声学,2007,26(3):64-169.
ZHANG Bin, TAO Zeguag, DING Hui. Prediction of sound-absorbing performance of single or multi-layered microperforated panels using the transfer matrix method[J]. Applied Acoustics, 2007, 26(3): 64-169.
- [12] RAO K N, MUNJAL M L. Experimental evaluation of impedance of perforates with grazing flow[J]. Journal of Sound and Vibration, 1986, 108(2): 283-295.
- [13] 赵晓丹,赵燕燕. 微穿孔板传递矩阵计算方法的改进及实验研究[J]. 声学技术,2009,28(2):164-167.
ZHAO Xiaodan, ZHAO Yanyan. Improvement of the transfer matrix calculation method for micro-perforated plate absorption structure and experiments[J]. Technical Acoustics, 2009, 28(2): 164-167.