



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102629858 A

(43) 申请公布日 2012. 08. 08

(21) 申请号 201210077849. X

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012. 03. 22

H03H 7/12(2006. 01)

(71) 申请人 南京理工大学常熟研究院有限公司

地址 215513 江苏省苏州市常熟经济技术开发区科创园研究院路 5 号

(72) 发明人 戴永胜 尹洪浩 钱玉文 戚湧
李平 谢秋月 韩群飞 冯媛
左同生 孙宏途 汉敏 范小龙
郭风英 吴建星 韦晨君 李旭
吴迎春 陈建锋 王立杰 陈少波
徐利 周聪 张红 陈曦 於秋杉
杨健

(74) 专利代理机构 南京理工大学专利中心
32203

代理人 朱显国

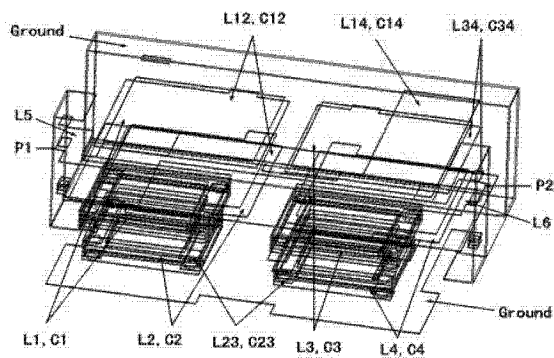
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

超短波微型带通滤波器

(57) 摘要

本发明公开了一种超短波微型带通滤波器，包括表面安装的输入 / 输出接口、采用集总 LC 结构实现的四个并联谐振单元、一个 Z 字形交叉耦合电路及输入和输出电感，各元件均采用两层以上低温共烧陶瓷工艺实现，其中输入、输出电感均采用分布参数的带状线设计。本发明具有体积小、重量轻、可靠性高、电性能优异、温度稳定性好、电性能指标批量一致性好、大批量生产成本低等优点，特别适用于蓝牙传输、ISM 频段传输、相应微波频段的通信、数字雷达、单兵卫星移动、军用与民用多模和多路通信系统终端、无线通信手持终端等，以及对体积、重量、性能、可靠性有苛刻要求的相应系统中。



1. 一种超短波微型带通滤波器,其特征在于:包括表面安装的 50 欧姆阻抗输入端口(P1)、输入电感(L5)、第一级并联谐振单元(L1, C1)、第一电磁耦合电路(L12, C12)、第二级并联谐振单元(L2, C2)、第二电磁耦合电路(L23, C23)、第三级并联谐振单元(L3, C3)、第三电磁耦合电路(L34, C34)、第四级并联谐振单元(L4, C4)、第四电磁耦合电路(L14, C14)、输出电感(L6)、表面安装的 50 欧姆阻抗输出端口(P2)和接地端;表面安装的 50 欧姆阻抗输入端口(P1)一端接输入信号,另一端接输入电感(L5)的一端,输入电感(L5)的另一端和第一级并联谐振单元(L1, C1)、第一电磁耦合电路(L12, C12)、第四电磁耦合电路(L14, C14)的公共连接端相连接,其中,第一级并联谐振单元(L1, C1)由第一电感(L1)和第一电容(C1)并联而成,第一电磁耦合电路(L12, C12)由第一耦合电感(L12)和第一耦合电容(C12)串联而成,第四电磁耦合电路(L14, C14)由第四耦合电感(L14)和第四耦合电容(C14)串联而成;第一电磁耦合电路(L12, C12)的另一端与第二级并联谐振单元(L2, C2)、第二电磁耦合电路(L23, C23)的公共端相连接,第二级并联谐振单元(L2, C2)由第二电感(L2)和第二电容(C2)并联而成,第二电磁耦合电路(L23, C23)由第二耦合电感(L23)和第二耦合电容(C23)串联而成;第二电磁耦合电路(L23, C23)的另一端与第三级并联谐振单元(L3, C3)、第三电磁耦合电路(L34, C34)的公共端相连接,第三级并联谐振单元(L3, C3)由第三电感(L3)和第三电容(C3)并联而成,第三电磁耦合电路(L34, C34)由第三耦合电感(L34)和第三耦合电容(C34)串联而成;第三电磁耦合电路(L34, C34)的另一端与第四级并联谐振单元(L4, C4)、第四电磁耦合电路(L14, C14)、输出电感(L6)的公共端相连接,第四级并联谐振单元(L4, C4)由第四电感(L4)和第四电容(C4)并联而成;输出电感(L6)的另一端与输出端口(P2)的一端连接,输出端口(P2)的另一端接输出信号;第一级并联谐振单元(L1, C1)、第二级并联谐振单元(L2, C2)、第三级并联谐振单元(L3, C3)和第四级并联谐振单元(L4, C4)的另一端分别接地。

2. 根据权利要求 1 所述的超短波微型带通滤波器,其特征在于:输入端口(P1)、输入电感(L5)、第一级并联谐振单元(L1, C1)、第一电磁耦合电路(L12, C12)、第二级并联谐振单元(L2, C2)、第二电磁耦合电路(L23, C23)、第三级并联谐振单元(L3, C3)、第三电磁耦合电路(L34, C34)、第四级并联谐振单元(L4, C4)、第四电磁耦合电路(L14, C14)、输出电感(L6)、输出端口(P2)和接地端均采用多层低温共烧陶瓷工艺实现,其中输入电感(L5)、输出电感(L6)均采用分布参数的带状线实现,第一级并联谐振单元(L1, C1)、第二级并联谐振单元(L2, C2)、第三级并联谐振单元(L3, C3)、第四级并联谐振单元(L4, C4)均采用集总 LC 结构实现,第一耦合电容(C12)、第二耦合电容(C23)、第三耦合电容(C34)、第四耦合电容(C14)均分别采用第一级并联谐振单元(L1, C1)与第二级并联谐振单元(L2, C2)之间、第二级并联谐振单元(L2, C2)与第三级并联谐振单元(L3, C3)之间、第三级并联谐振单元(L3, C3)与第四级并联谐振单元(L4, C4)之间、第一级并联谐振单元(L1, C1)与第四级并联谐振单元(L4, C4)之间空间耦合和分布参数电容实现,第一耦合电感(L12)、第二耦合电感(L23)、第三耦合电感(L34)、第四耦合电感(L14)均分别采用第一级并联谐振单元(L1, C1)与第二级并联谐振单元(L2, C2)之间、第二级并联谐振单元(L2, C2)与第三级并联谐振单元(L3, C3)之间、第三级并联谐振单元(L3, C3)与第四级并联谐振单元(L4, C4)之间、第一级并联谐振单元(L1, C1)与第四级并联谐振单元(L4, C4)之间空间耦合和分布参数电感实现。

3. 根据权利要求 1 所要求的超短波微型带通滤波器,其特征在于:第一级并联谐振单元(L1, C1)、第二级并联谐振单元(L2, C2)、第三级并联谐振单元(L3, C3)、第四级并联谐振单元(L4, C4)均采用集总 LC 结构实现,其中每级并联谐振单元的电容和电感的一端相连接,另一端分别接地。

4. 根据权利要求 1 所要求的超短波微型带通滤波器,其特征在于:其中第一电磁耦合电路(L12, C12)中,第一耦合电感(L12)采用第一级并联谐振单元(L1, C1)和第二级并联谐振单元(L2, C2)之间空间耦合和分布参数电感实现,第一耦合电容(C12)采用第一级并联谐振单元(L1, C1)和第二级并联谐振单元(L2, C2)之间空间耦合和分布参数电容实现;第二电磁耦合电路(L23, C23)中,第二耦合电感(L23)采用第二级并联谐振单元(L2, C2)和第三级两个并联谐振单元(L3, C3)之间空间耦合和分布参数电感实现,第二耦合电容(C23)采用第二级并联谐振单元(L2, C2)和第三级并联谐振单元(L3, C3)之间空间耦合和分布参数电容实现;第三电磁耦合电路(L34, C34)中,第三耦合电感(L34)采用第三级并联谐振单元(L3, C3)和第四级并联谐振单元(L4, C4)之间空间耦合和分布参数电感实现,第三耦合电容(C34)采用第三级并联谐振单元(L3, C3)和第四级并联谐振单元(L4, C4)之间空间耦合和分布参数电容实现;第四电磁耦合电路(L14, C14)中,第四耦合电感(L14)采用第一级并联谐振单元(L1, C1)和第四级并联谐振单元(L4, C4)与 Z 字形交叉耦合带状线之间空间耦合和分布参数电感实现,第四耦合电容(C14)采用第一级并联谐振单元(L1, C1)和第四级并联谐振单元(L4, C4)与 Z 字形交叉耦合带状线之间空间耦合和分布参数电容实现。

超短波微型带通滤波器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种滤波器,特别是一种超短波微型带通滤波器。

背景技术

[0002] 微波滤波器广泛应用于微波通信、雷达导航、电子对抗、卫星通信、弹道制导、测试仪表等系统中,是微波和毫米波系统中不可缺少的重要器件,其性能的优劣往往直接影响整个通信系统的性能指标。在实际工程应用中,从滤波器技术指标的给定到加工成品所要求的时间将越来越短,快速准确的设计出高性能的微波滤波器将是工程设计和市场竞争的必然趋势。随着科学技术的发展,新材料、新工艺的不断涌现,如半导体技术的迅速发展,各种新 RFIC 和模块层出不穷,使得微波、毫米波 /RF 有源电路的设计周期不断缩短,且电路高度集成,体积越来越小。因此,设计性能高、体积小、成本低和缩短滤波器研制周期,是市场竞争的必然要求。基于 LTCC 技术设计的滤波器,由于具有尺寸小、性能好、可靠性高、成本低等优点而受到广泛的关注。超短波用于导航、电视、调频广播、雷达、电离层散射通信、固定和移动通信业务等。目前文献中所介绍的超短波波段滤波器,如 LC 滤波器,体积太大,不能适应小型化的要求;而声表面波滤波器,虽然体积可以减小,但其电性能却有温度漂移的缺点,而且成本高、插入损耗较大,在温度稳定性要求高和插入损耗要求低的应用场合均受到很大的限制。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种体积小、重量轻、可靠性高、温度性能稳定好、电性能优异、批量电性能一致性好、成本低的超短波微型带通滤波器。

[0004] 实现本发明目的的技术方案是:一种超短波微型带通滤波器,其特征在于包括表面安装的 50 欧姆阻抗输入端口、输入电感、第一级并联谐振单元、第一电磁耦合电路、第二级并联谐振单元、第二电磁耦合电路、第三级并联谐振单元、第三电磁耦合电路、第四级并联谐振单元、第四电磁耦合电路、输出电感、表面安装的 50 欧姆阻抗输出端口和接地端,输入端口与输入电感连接,输出端口与输出电感连接,该输出电感与输入电感之间并联第一级并联谐振单元、第二级并联谐振单元、第三级并联谐振单元和第四级并联谐振单元,在第一级并联谐振单元与第二级并联谐振单元之间串联第一电磁耦合电路;第二级并联谐振单元与第三级并联谐振单元之间串联第二电磁耦合电路;第三级并联谐振单元与第四级并联谐振单元之间串联第三电磁耦合电路;第一级和第四级并联谐振单元与 Z 字形交叉耦合带状线之间串联第四电磁耦合电路;所述的第一级并联谐振单元、第二级并联谐振单元、第三级并联谐振单元和第四级并联谐振单元的另一端分别接地。

[0005] 本发明与现有技术相比,其显著优点是:(1)本发明 70 兆赫超短波微型滤波器利用多层低温共烧陶瓷工艺(LTCC)特点,采用立体多层叠层结构实现电路元件,大大缩小体积;(2)利用 LTCC 陶瓷介质介电常数高特点同样可大幅减小元件尺寸;(3)利用 LTCC 材料的低损耗特点和独特的电路结构实现优异的电性能;(4)利用低温陶瓷材料的高温度稳定

性和可靠性,使得元件具有高温稳定性和高可靠性;(5)利用 LTCC 工艺的大批量生产的一致性,获得高成品率和低成本。总之,本发明具有体积小、重量轻、可靠性高、电性能优异、电性能温度稳定性高、电路实现结构简单、电性能一致性好,可以用全自动贴片机安装和焊接、特别适用于火箭、机载、弹载、宇宙飞船、单兵移动通信终端等无线通信手持终端中,以及对体积、重量、性能、可靠性有苛刻要求的相应系统中。

附图说明

- [0006] 图 1 是本发明超短波微型带通滤波器的电原理图。
[0007] 图 2 是本发明超短波微型带通滤波器的外形及内部结构示意图。
[0008] 图 3 是本发明超短波微型带通滤波器的并联谐振单元结构示意图。
[0009] 图 4 是本发明超短波微型带通滤波器三维全波仿真性能曲线。

具体实施方式

[0010] 下面结合附图对本发明作进一步详细描述。

[0011] 结合图 1、图 2 和图 3,本发明是一种超短波微型带通滤波器,该滤波器包括表面安装的 50 欧姆阻抗输入端口 P1、输入电感 L5、第一级并联谐振单元 L1、C1、第一电磁耦合电路 L12、C12、第二级并联谐振单元 L2、C2、第二电磁耦合电路 L23、C23、第三级并联谐振单元 L3、C3、第三电磁耦合电路 L34、C34、第四级并联谐振单元 L4、C4、第四电磁耦合电路 L14、C14、输出电感 L6、表面安装的 50 欧姆阻抗输出端口 P2 和接地端;表面安装的 50 欧姆阻抗输入端口 P1 一端接输入信号,另一端接输入电感 L5 的一端,输入电感 L5 的另一端和第一级并联谐振单元 L1、C1、第一电磁耦合电路 L12、C12、第四电磁耦合电路 L14、C14 的公共连接端相连接,其中第一级并联谐振单元 L1、C1 由第一电感 L1 和第一电容 C1 并联而成,第一电磁耦合电路 L12、C12 由第一耦合电感 L12 和第一耦合电容 C12 串联而成,第四电磁耦合电路 L14、C14 由第四耦合电感 L14 和第四耦合电容 C14 串联而成;第一电磁耦合电路 L12、C12 的另一端与第二级并联谐振单元 L2、C2、第二电磁耦合电路 L23、C23 的公共端相连接,第二级并联谐振单元 L2、C2 由第二电感 L2 和第二电容 C2 并联而成,第二电磁耦合电路 L23、C23 由第二耦合电感 L23 和第二耦合电容 C23 串联而成;第二电磁耦合电路 L23、C23 的另一端与第三级并联谐振单元 L3、C3、第三电磁耦合电路 L34、C34 的公共端相连接,第三级并联谐振单元 L3、C3 由第三电感 L3 和第三电容 C3 并联而成,第三电磁耦合电路 L34、C34 由第三耦合电感 L34 和第三耦合电容 C34 串联而成;第三电磁耦合电路 L34、C34 的另一端与第四级并联谐振单元 L4、C4、第四电磁耦合电路 L14、C14、输出电感 L6 的公共端相连接,第四级并联谐振单元 L4、C4 由第四电感 L4 和第四电容 C4 并联而成;输出电感 L6 的另一端与输出端口 P2 的一端连接,输出端口 P2 的另一端接输出信号;第一级并联谐振单元 L1、C1、第二级并联谐振单元 L2、C2、第三级并联谐振单元 L3、C3 和第四级并联谐振单元 L4、C4 的另一端分别接地。

[0012] 结合图 2 和图 3,本发明超短波微型带通滤波器,输入端口 P1、输入电感 L5、第一级并联谐振单元 L1、C1、第一电磁耦合电路 L12、C12、第二级并联谐振单元 L2、C2、第二电磁耦合电路 L23、C23、第三级并联谐振单元 L3、C3、第三电磁耦合电路 L34、C34、第四级并联谐振单元 L4、C4、第四电磁耦合电路 L14、C14、输出电感 L6、输出端口 P2 和接地端均采用多层低

温共烧陶瓷工艺实现,其中输入电感 L5、输出电感 L6 均采用分布参数的带状线实现,第一级并联谐振单元 L1、C1、第二级并联谐振单元 L2、C2、第三级并联谐振单元 L3、C3、第四级并联谐振单元 L4、C4 均采用集总 LC 结构实现,第一耦合电容 C12、第二耦合电容 C23、第三耦合电容 C34、第四耦合电容 C14 均分别采用第一级并联谐振单元 L1、C1 与第二级并联谐振单元 L2、C2 之间、第二级并联谐振单元 L2、C2 与第三级并联谐振单元 L3、C3 之间、第三级并联谐振单元 L3、C3 与第四级并联谐振单元 L4、C4 之间、第一级 L1、C1 和第四级并联谐振单元 L4、C4 与 Z 字形交叉耦合带状线之间空间耦合和分布参数电容实现,第一耦合电感 L12、第二耦合电感 L23、第三耦合电感 L34、第四耦合电感 L14 均分别采用第一级并联谐振单元 L1、C1 与第二级并联谐振单元 L2、C2 之间、第二级并联谐振单元 L2、C2 与第三级并联谐振单元 L3、C3 之间、第三级并联谐振单元 L3、C3 与第四级并联谐振单元 L4、C4 之间、第一级并联谐振单元 L1、C1 和第四级并联谐振单元 L4、C4 与 Z 字形交叉耦合带状线之间空间耦合和分布参数电感实现。

[0013] 结合图 2、图 3,本发明超短波微型带通滤波器,第一级并联谐振单元 L1、C1、第二级并联谐振单元 L2、C2、第三级并联谐振单元 L3、C3 和第四级并联谐振单元 L4、C4 均采用集总 LC 结构实现,其中每级并联谐振单元的电容和电感的一端相连接,另一端分别接地。

[0014] 本发明超短波微型带通滤波器,第一电磁耦合电路 L12、C12 中,第一耦合电感 L12 采用第一级并联谐振单元 L1、C1 和第二级并联谐振单元 L2、C2 之间空间耦合和分布参数电感实现,第一耦合电容 C12 采用第一级并联谐振单元 L1、C1 和第二级并联谐振单元 L2、C2 之间空间耦合和分布参数电容实现;第二电磁耦合电路 L23、C23 中,第二耦合电感 L23 采用第二级并联谐振单元 L2、C2 和第三级并联谐振单元 L3、C3 之间空间耦合和分布参数电感实现,第二耦合电容 C23 采用第二级并联谐振单元 L2、C2 和第三级并联谐振单元 L3、C3 之间空间耦合和分布参数电容实现;第三电磁耦合电路 L34、C34 中,第三耦合电感 L34 采用第三级并联谐振单元 L3、C3 和第四级并联谐振单元 L4、C4 之间空间耦合和分布参数电感实现,第三耦合电容 C34 采用第三级并联谐振单元 L3、C3 和第四级并联谐振单元 L4、C4 之间空间耦合和分布参数电容实现;第四电磁耦合电路 L14、C14 中,第四耦合电感 L14 采用第一级并联谐振单元 L1、C1 和第四级并联谐振单元 L4、C4 与 Z 字形交叉耦合带状线之间空间耦合和分布参数电感实现,第四耦合电容 C14 采用第一级并联谐振单元 L1、C1 和第四级并联谐振单元 L4、C4 与 Z 字形交叉耦合带状线之间空间耦合和分布参数电容实现。

[0015] 本发明超短波微型带通滤波器,其工作原理简述如下:输入的宽频带微波信号经输入端口 P1 通过输入电感 L5 到达第一级并联谐振单元 L1、C1,第一电感 L1 和第一电容 C1 相连接的一端及第一电磁耦合电路 L12、C12 的一端,在第一级并联谐振单元 L1、C1 的一端,所述的宽频带微波信号中,在第一级并联谐振单元谐振频率附近的微波信号进入第一级并联谐振单元 L1、C1 与第二级并联谐振单元 L2、C2 之间第一电磁耦合电路 L12、C12,其余非第一级并联谐振单元谐振频率附近的微波信号通过第一级并联谐振单元 L1、C1 中的第一电感 L1 和第一电容 C1 接地,实现第一级滤波。第一电磁耦合电路 L12、C12 的并联谐振频率附近的阻带微波信号,即第一耦合频率附近微波信号,因呈现高阻抗被抑制,非第一耦合频率附近的微波信号通过第一电磁耦合电路 L12、C12 中的第一耦合电感 L12 和第一耦合电容 C12 到达第二级并联谐振单元 L2、C2 中。第二电感 L2 和第二电容 C2 相连接的一端及第二级并联谐振单元 L2、C2 与第三级并联谐振单元 L3、C3 之间第二电磁耦合电路 L23、

C23 的一端,经过第一级滤波和第一电磁耦合电路 L12、C12 的微波信号,在第二级并联谐振单元 L2、C2 谐振频率附近的微波信号进入第二电磁耦合电路 L23、C23,其余非第二级并联谐振单元谐振频率附近的微波信号通过第二级并联谐振单元 L2、C2 中的第二电感 L2 和第二电容 C2 接地,实现第二级滤波。第二电磁耦合电路 L23、C23 的并联谐振频率附近的阻带微波信号,即第二耦合频率附近微波信号,因呈现高阻抗被抑制,非第二耦合附近的微波频率信号通过第二电磁耦合电路 L23、C23 中的第二耦合电感 L23 和第二耦合电容 C23 到达第三级并联谐振单元 L3、C3 中的第三电感 L3 和第三电容 C3 相连接的一端及第三电磁耦合电路 L34、C34 的一端,经过第一级、第二级滤波和第一电磁耦合电路 L12、C12,第二电磁耦合电路 L23、C23 的微波信号,在第三级并联谐振单元 L3、C3 谐振频率附近的微波信号进入第三级并联谐振单元 L3、C3 与第四级并联谐振单元 L4、C4 之间第三电磁耦合电路 L34、C34,其余非第三级并联谐振单元 L34、C34 谐振频率附近的微波信号通过第三级并联谐振单元 L3、C3 中的第三电感 L3 和第三电容 C3 接地,实现第三级滤波。第三电磁耦合电路 L34、C34 的并联谐振频率附近的阻带微波信号,即第三耦合频率附近微波信号,因呈现高阻抗被抑制,非第三耦合附近的微波频率信号通过第三电磁耦合电路 L34、C34 中的第三耦合电感 L34 和第三耦合电容 C34 到达第四级并联谐振单元 L4、C4 中第四电感 L4 和第四电容 C4 相连接的一端及第一和第四级并联谐振单元 L1、C1、L4、C4 与 Z 字形交叉耦合带状线之间第四电磁耦合电路 L14、C14 的一端,经过第一级、第二级、第三级滤波和第一、第二、第三电磁耦合电路的微波信号,在第四级并联谐振单元 L4、C4 谐振频率附近的微波信号进入第四电磁耦合电路 L14、C14。第四电磁耦合电路 L14、C14 的并联谐振频率附近的阻带微波信号,即第四耦合频率附近微波信号,因呈现高阻抗被抑制,第四级并联谐振单元 L4、C4 谐振频率附近的微波信号与非第四耦合附近的微波频率相加之后通过输出电感 L6 接表面贴装的 50 欧姆阻抗输出端口 P2 的一端,其余非第四级并联谐振单元谐振频率附近的微波信号通过第四级并联谐振单元 L4、C4 中的第四电感 L4 和第四电容 C4 接地,实现第四级滤波。经过第一级滤波、第二级滤波、第三级滤波、第四级滤波,第一电磁耦合电路 L12、C12,第二电磁耦合电路 L23、C23,第三电磁耦合电路 L34、C34,第四电磁耦合电路 L14、C14 的微波信号,通过表面贴装的 50 欧姆阻抗输出端口 P2 的另一端输出,从而实现超短波微型带通滤波功能。

[0016] 超短波微型带通滤波器由于是采用多层低温共烧陶瓷工艺实现,其低温共烧陶瓷材料和金属图形在大约 900°C 温度下烧结而成,所以具有非常高的可靠性和温度稳定性,由于结构采用三维立体集成和多层折叠结构以及外表面金属屏蔽实现接地和封装,从而使体积大幅减小。

[0017] 超短波微型带通滤波器实施体积为 4.5mm×3.2mm×1.5mm。该滤波器带宽为 40MHz,仿真滤波器通带内插入损耗均小于 3 分贝,低阻带抑制优于 -40 分贝,高阻带抑制优于 -50 分贝,具有良好的滤波器性能。

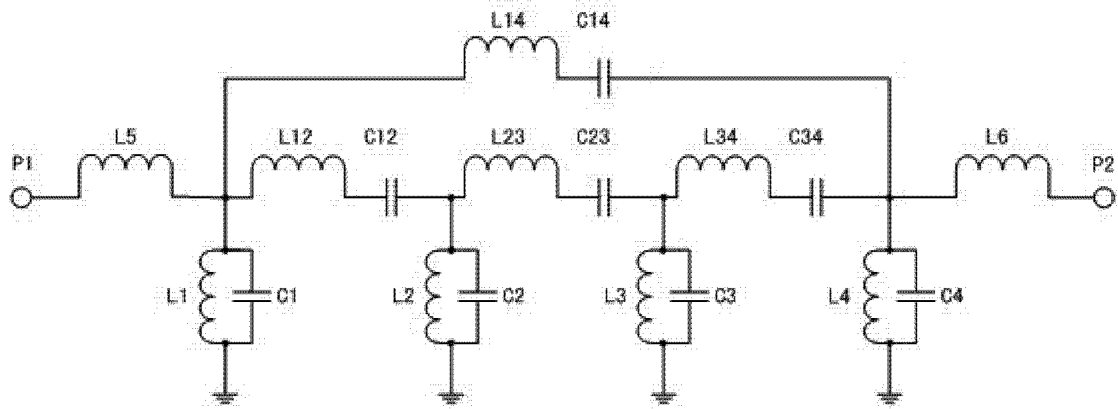


图 1

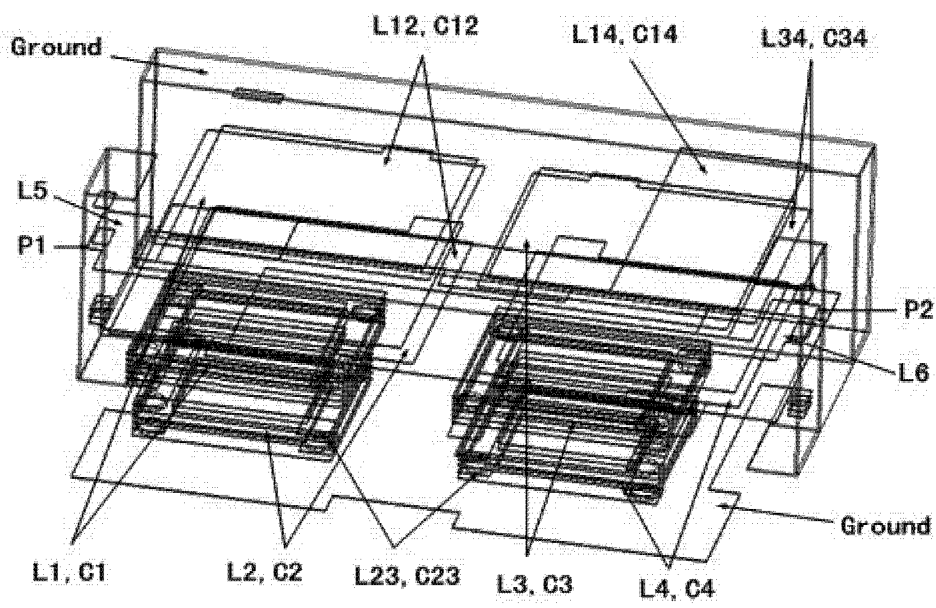


图 2

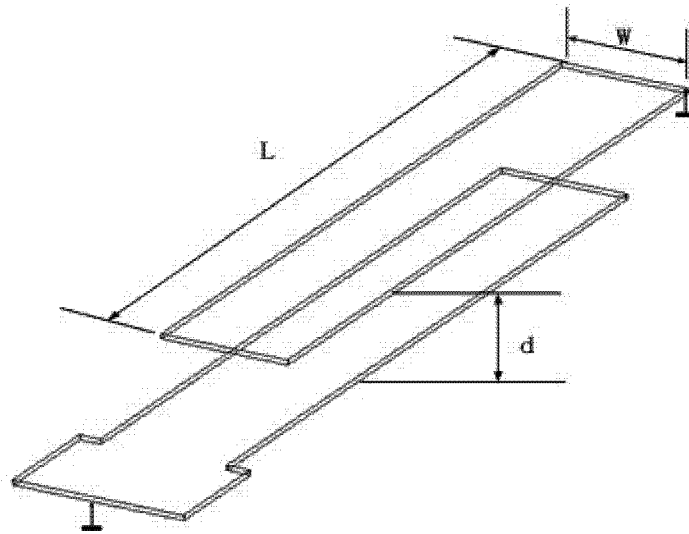


图 3

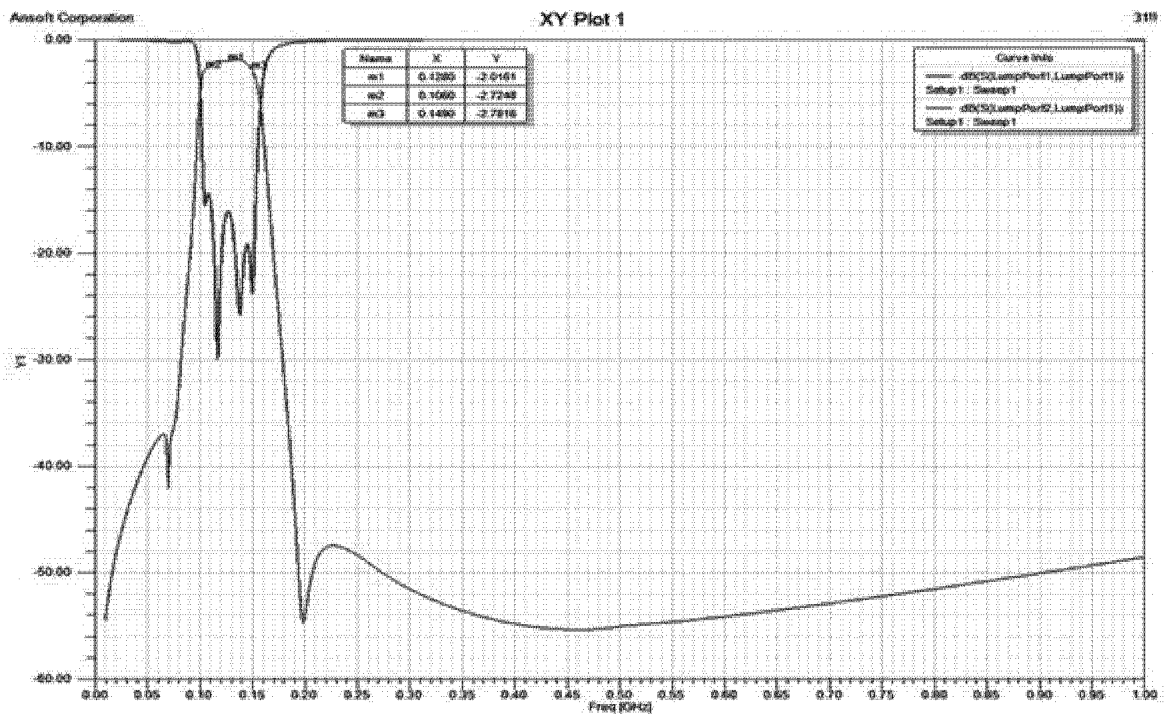


图 4