



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104124499 A

(43) 申请公布日 2014. 10. 29

(21) 申请号 201410378043. 3

(22) 申请日 2014. 08. 01

(71) 申请人 南京理工大学

地址 210094 江苏省南京市孝陵卫 200 号

(72) 发明人 陈龙 周围 许心影 顾家

戴永胜

(74) 专利代理机构 南京理工大学专利中心

32203

代理人 朱显国

(51) Int. Cl.

H01P 1/208 (2006. 01)

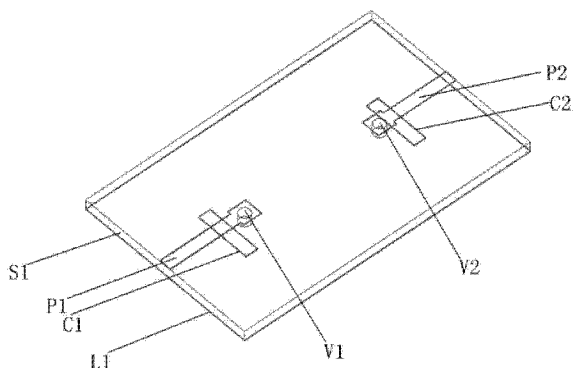
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

基于 LTCC 的 E 波段高抑制带通滤波器

(57) 摘要

本发明公开了一种基于 LTCC 的 E 波段高抑制带通滤波器,包括三层陶瓷基板,含有两个耦合缝隙的第一金属层,含有两个耦合缝隙的第二金属层,第三金属层,八十二个金属化通孔,由八十个金属化通孔和第二层陶瓷基板、第三层陶瓷基板形成的四个谐振腔,第一谐振腔和第二谐振腔之间的第一耦合缝隙,第二谐振腔和第三谐振腔之间的第二耦合缝隙,第三谐振腔和第四谐振腔之间的第三耦合缝隙,以及第一层陶瓷基板和第一金属化通孔构成的输入端口,第一层陶瓷基板和第二金属化通孔构成的输出端口。本发明频带为 E 波段,具有频段频率覆盖广、插入损耗小、频率选择性好、谐波抑制特性好、电路结构简单、可控性好等突出优点,对于未来高速率数据无线通信具有有重大应用前景。



1. 一种基于 LTCC 的 E 波段高抑制带通滤波器,其特征在于,包括三层陶瓷基板 (S1、S2、S3),含有两个耦合缝隙 (C1、C2) 的第一金属层 (L1),含有两个耦合缝隙 (C12、C34) 的第二金属层 (L2),第三金属层 (L3),八十二个金属化通孔 (V1 ~ V82),由八十个金属化通孔 (V3 ~ V82) 和第二层陶瓷基板 (S2)、第三层陶瓷基板 (S3) 形成的四个谐振腔 (R1、R2、R3、R4),第一谐振腔 (R1) 和第二谐振腔 (R2) 之间的第一耦合缝隙 (C12),第二谐振腔 (R2) 和第三谐振腔 (R3) 之间的第二耦合缝隙 (C23),第三谐振腔 (R3) 和第四谐振腔 (R4) 之间的第三耦合缝隙 (C34),以及第一层陶瓷基板 (S1) 和第一金属化通孔 (V1) 构成的输入端口 (P1),第一层陶瓷基板 (S1) 和第二金属化通孔 (V2) 构成的输出端口 (P2);

所述第一谐振腔 (R1) 由二十三个金属化通孔即第三~十七金属化通孔 (V3、V4、V5、V6、V7、V8、V9、V10、V11、V12、V13、V14、V15、V16、V17)、第三十五~四十二金属化通孔 (V35、V36、V37、V38、V39、V40、V41、V42) 和第二层陶瓷基板 (S2)、第一金属层 (L1)、第二金属层 (L2) 形成;第二谐振腔 (R2) 由二十三个金属化通孔即第四十三~五十七金属化通孔 (V43、V44、V45、V46、V47、V48、V49、V50、V51、V52、V53、V54、V55、V56、V57)、第七十五~八十二金属化通孔 (V75、V76、V77、V78、V79、V80、V81、V82) 和第三层陶瓷基板 (S3)、第二金属层 (L2)、第三金属层 (L3) 形成;第三谐振腔 (R3) 由二十三个金属化通孔即第五十五~七十七金属化通孔 (V55、V56、V57、V58、V59、V60、V61、V62、V63、V64、V65、V66、V67、V68、V69、V70、V71、V72、V73、V74、V75、V76、V77) 和第三层陶瓷基板 (S3)、第二金属层 (L2)、第三金属层 (L3) 形成;第四谐振腔 (R4) 由二十三个金属化通孔即第十五~三十七金属化通孔 (V15、V16、V17、V18、V19、V20、V21、V22、V23、V24、V25、V26、V27、V28、V29、V30、V31、V32、V33、V34、V35、V36、V37) 和第二层陶瓷基板 (S2)、第一金属层 (L1)、第二金属层 (L2) 形成;第一谐振腔 (R1) 和第二谐振腔 (R2) 通过第一耦合缝隙 (C12) 耦合,第二谐振腔 (R2) 和第三谐振腔 (R3) 通过第二耦合缝隙 (C23) 耦合,第三谐振腔 (R3) 和第四谐振腔 (R4) 通过第三耦合缝隙 (C34) 耦合。

2. 根据权利要求 1 所述的基于 LTCC 的 E 波段高抑制带通滤波器,其特征在于,所述第一金属层 (L1) 设置于第一层陶瓷基板 (S1) 和第二层陶瓷基板 (S2) 之间,第二金属层 (L2) 设置于第二层陶瓷基板 (S2) 和第三层陶瓷基板 (S3) 之间,第三金属层 (L3) 设置于第三层陶瓷基板 (S3) 的底部。

3. 根据权利要求 1 所述的基于 LTCC 的 E 波段高抑制带通滤波器,其特征在于,所述八十二个金属化通孔 (V1 ~ V82),其中第一~二金属化通孔 (V1 ~ V2) 设置于第一层陶瓷基板 (S1)、第三~四十二金属化通孔 (V3 ~ V42) 设置于第二层陶瓷基板 (S2)、第四十三~八十二金属化通孔 (V43 ~ V82) 设置于第三层陶瓷基板 (S3)。

4. 根据权利要求 1 所述的基于 LTCC 的 E 波段高抑制带通滤波器,其特征在于,所述第一耦合缝隙 (C12) 是第一谐振腔 (R1) 与第二个谐振腔 (R2) 之间的耦合缝隙,且第一耦合缝隙 (C12) 为设置于第二金属层 (L2) 的圆形缝隙;第二耦合缝隙 (C23) 是第五十五~五十七金属化通孔 (V55、V56、V57) 与第七十五~七十七金属化通孔 (V75、V76、V77) 之间的缝隙;第三耦合缝隙 (C34) 是第三谐振腔 (R3) 与第四谐振腔 (R4) 之间的耦合缝隙,且第三耦合缝隙 (C34) 为设置于第二层金属层 (L2) 的两个对称长方形缝隙。

5. 根据权利要求 1 所述的基于 LTCC 的 E 波段高抑制带通滤波器,其特征在于,所述第十五~十七金属化通孔 (V15、V16、V17) 与第三十五~三十七金属化通孔 (V35 ~ V37) 不

仅为第一谐振腔 (R1) 和第四谐振腔 (R4) 提供边界, 而且能够通过调整第十五~十七金属化通孔 (V15、V16、V17) 与第三十五~三十七金属化通孔 (V35 ~ V37) 在第一谐振腔 (R1) 的位置从而调整第四谐振腔 (R4) 的谐振频率; 第二层金属层 (L2) 的圆形第一耦合缝隙 (C12) 为第一谐振腔 (R1) 和第二谐振腔 (R2) 提供边界, 并且能够通过调节第一耦合缝隙 (C12) 的大小调节第一谐振腔 (R1) 和第四谐振腔 (R4) 的谐振频率; 第五十五~五十七金属化通孔 (V55、V56、V57) 与第六十五~六十七金属化通孔 (V65、V66、V67) 不仅为第二谐振腔 (R2) 和第三谐振腔 (R3) 提供边界, 而且能够通过调整第五十五~五十七金属化通孔 (V55、V56、V57) 与第六十五~六十七金属化通孔 (V65、V66、V67) 在第二谐振腔 (R2) 的位置从而调整第三谐振腔 (R3) 的谐振频率, 同时第七十七金属化通孔 (V77) 与第五十五金属化通孔 (V55) 为第二耦合缝隙 (C23) 提供边界; 第二层金属层 (L2) 的第三耦合缝隙 (C34) 为第三谐振腔 (R3) 和第四谐振腔 (R4) 提供边界, 并且通过调节第三耦合缝隙 (C34) 的长方形尺寸能够调节第三谐振腔 (R3) 和第四谐振腔 (R4) 的谐振频率。

基于 LTCC 的 E 波段高抑制带通滤波器

技术领域

[0001] 本发明属于微波技术领域,涉及一种应用于微波毫米波电路的带通滤波器,特别是一种基于 LTCC 的 E 波段高抑制带通滤波器。

背景技术

[0002] 随着无线通信的飞速发展,对微波毫米波系统迫切要求是体积更小、速度更快、频率更高、性能更好。带通滤波器是无线通讯射频系统中最重要的无源器件之一,小型化、高频化和高频率选择性等问题越来越突出。带通滤波器是微波毫米波通信系统中最重要的无源器件之一,一个性能优良的滤波器可以为更好的改善系统的信噪比,为各个频道之间提供更好的隔离,对实现更可靠的通信系统起着至关重要的作用。当今社会,无线通信系统发展迅猛,微波毫米波电路与系统发挥着举足轻重的作用。整个无线通信向着频率更高、速率更高、性能更好、体积更小等方面发展。采用基片集成波导(Substrate Integrated Waveguide, 简称 SIW) 的毫米波滤波器受到了很高的重视,它可以实现高性能且具有体积小、体积小、造价低、易加工等优点。

[0003] 传统的微波混合集成电路由各种有源和无源分离器件焊接或粘贴在基片外部构成,它和单片集成电路的联合使用,使各种大容量的微波功能模块得以实现。但是,整合性越高,制造成本也随之急剧增加,再加上材料和工艺技术的某些限制,要做到将所有无源元件集成到 IC 中,仍有很大困难。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种通带损耗低、频率选择性好、结构简单、可靠性高、成本低、使用方便的基于 LTCC 的 E 波段高抑制带通滤波器。

[0005] 实现本发明目的的技术方案是:一种基于 LTCC 的 E 波段高抑制带通滤波器,包括三层陶瓷基板,含有两个耦合缝隙的第一金属层,含有两个耦合缝隙的第二金属层,第三金属层,八十二个金属化通孔,由八十个金属化通孔和第二层陶瓷基板、第三层陶瓷基板形成的四个谐振腔,第一谐振腔和第二谐振腔之间的第一耦合缝隙,第二谐振腔和第三谐振腔之间的第二耦合缝隙,第三谐振腔和第四谐振腔之间的第三耦合缝隙,以及第一层陶瓷基板和第一金属化通孔构成的输入端口,第一层陶瓷基板和第二金属化通孔构成的输出端口;

[0006] 所述第一谐振腔由二十三个金属化通孔即第三~十七金属化通孔、第三十五~四十二金属化通孔和第二层陶瓷基板、第一金属层、第二金属层形成;第二谐振腔由二十三个金属化通孔即第四十三~五十七金属化通孔、第七十五~八十二金属化通孔和第三层陶瓷基板、第二金属层、第三金属层形成;第三谐振腔由二十三个金属化通孔即第五十五~七十七金属化通孔和第三层陶瓷基板、第二金属层、第三金属层形成;第四谐振腔由二十三个金属化通孔即第十五~三十七金属化通孔和第二层陶瓷基板、第一金属层、第二金属层

形成；第一谐振腔和第二谐振腔通过第一耦合缝隙耦合，第二谐振腔和第三谐振腔通过第二耦合缝隙耦合，第三谐振腔和第四谐振腔通过第三耦合缝隙耦合。

[0007] 本发明与现有技术相比，其显著优点是：(1) 带内插入损耗小，频率选择性好，带外抑制高；(2) 电路实现结构简单，致使内部通孔将波导腔分为四个谐振腔体，相邻谐振腔的耦合通过通孔的间距以及缝隙的大小来改变；(3) 工艺上易于实现，相对与普通波导滤波器，由于结构简单用 LTCC 技术使得本发明加工难度降低；(4) 由于采用的三层的结构，使得该结构的平面尺寸非常小，并且采用基片集成波导的结构使得本发明便于集成。

附图说明

[0008] 图 1 为本发明基于 LTCC 的 E 波段高抑制带通滤波器的第一层结构图。

[0009] 图 2 为本发明基于 LTCC 的 E 波段高抑制带通滤波器的第二层结构图。

[0010] 图 3 为本发明基于 LTCC 的 E 波段高抑制带通滤波器的第三层结构图。

[0011] 图 4 为本发明基于 LTCC 的 E 波段高抑制带通滤波器的各层金属化通孔位置图。

[0012] 图 5 为本发明基于 LTCC 的 E 波段高抑制带通滤波器的幅频特性仿真曲线。

具体实施方式

[0013] 低温共烧陶瓷 (Low Temperature Co-fired Ceramic, LTCC) 是 20 世纪 80 年代开始发展起来的整合组件技术，已经成为无源集成的主流技术。LTCC 技术以低介质损耗陶瓷为基板，以金或银作为导电浆料，具有优异的高频特性，工艺实现一次性压合、低温共烧，大大提高了产品和可靠性和批量生产能力。另外 LTCC 技术不仅允许所有无源器件的三维集成化还可将有源器件标贴于芯片表面，实现有源与无源的集成化。因此，LTCC 工艺提供了一种小型化、重量轻、高 Q 值的 3D 芯片和组件的方法，是微波毫米波频段高性能芯片和模块极具前景的集成工艺。

[0014] 下面结合附图及具体实施例对本发明作进一步详细描述。

[0015] 结合图 1 ~ 4，本发明基于 LTCC 的 E 波段高抑制带通滤波器，包括三层陶瓷基板 S1、S2、S3，含有两个耦合缝隙 C1、C2 的第一金属层 L1，含有两个耦合缝隙 C12、C34 的第二金属层 L2，第三金属层 L3，八十二个金属化通孔 V1 ~ V82，由八十一个金属化通孔 V3 ~ V82 和第二层陶瓷基板 S2、第三层陶瓷基板 S3 形成的四个谐振腔 R1、R2、R3、R4，第一谐振腔 R1 和第二谐振腔 R2 之间的第一耦合缝隙 C12，第二谐振腔 R2 和第三谐振腔 R3 之间的第二耦合缝隙 C23，第三谐振腔 R3 和第四谐振腔 R4 之间的第三耦合缝隙 C34，以及第一层陶瓷基板 S1 和第一金属化通孔 V1 构成的输入端口 P1，第一层陶瓷基板 S1 和第二金属化通孔 V2 构成的输出端口 P2；所述第一谐振腔 R1 由二十三个金属化通孔即第三 ~ 十七金属化通孔 V3、V4、V5、V6、V7、V8、V9、V10、V11、V12、V13、V14、V15、V16、V17、第三十五 ~ 四十二金属化通孔 V35、V36、V37、V38、V39、V40、V41、V42 和第二层陶瓷基板 S2、第一金属层 L1、第二金属层 L2 形成；第二谐振腔 R2 由二十三个金属化通孔即第四十三 ~ 五十七金属化通孔 V43、V44、V45、V46、V47、V48、V49、V50、V51、V52、V53、V54、V55、V56、V57、第七十五 ~ 八十二金属化通孔 V75、V76、V77、V78、V79、V80、V81、V82 和第三层陶瓷基板 S3、第二金属层 L2、第三金属层 L3 形成；第三谐振腔 R3 由二十三个金属化通孔即第五十五 ~ 七十七金属化通孔 V55、V56、V57、V58、V59、V60、V61、V62、V63、V64、V65、V66、V67、V68、V69、V70、V71、V72、

V73、V74、V75、V76、V77 和第三层陶瓷基板 S3、第二金属层 L2、第三金属层 L3 形成；第四谐振腔 R4 由二十三个金属化通孔即第十五~三十七金属化通孔 V15、V16、V17、V18、V19、V20、V21、V22、V23、V24、V25、V26、V27、V28、V29、V30、V31、V32、V33、V34、V35、V36、V37 和第二层陶瓷基板 S2、第一金属层 L1、第二金属层 L2 形成；第一谐振腔 R1 和第二谐振腔 R2 通过第一耦合缝隙 C12 耦合，第二谐振腔 R2 和第三谐振腔 R3 通过第二耦合缝隙 C23 耦合，第三谐振腔 R3 和第四谐振腔 R4 通过第三耦合缝隙 C34 耦合。耦合缝隙 C1、C2 的作用是耦合，使得信号能量能够从耦合缝隙中通过，起到传递信号能量的作用。

[0016] 所述第一金属层 L1 设置于第一层陶瓷基板 S1 和第二层陶瓷基板 S2 之间，第二金属层 L2 设置于第二层陶瓷基板 S2 和第三层陶瓷基板 S3 之间，第三金属层 L3 设置于第三层陶瓷基板 S3 的底部。

[0017] 所述八十二个金属化通孔 V1 ~ V82，其中第一~二金属化通孔 V1 ~ V2 设置于第一层陶瓷基板 S1、第三~四十二金属化通孔 V3 ~ V42 设置于第二层陶瓷基板 S2、第四十三~八十二金属化通孔 V43 ~ V82 设置于第三层陶瓷基板 S3。

[0018] 所述第一耦合缝隙 C12 是第一谐振腔 R1 与第二个谐振腔 R2 之间的耦合缝隙，且第一耦合缝隙 C12 为设置于第二金属层 L2 的圆形缝隙；第二耦合缝隙 C23 是第五十五~五十七金属化通孔 V55、V56、V57 与第七十五~七十七金属化通孔 V75、V76、V77 之间的缝隙；第三耦合缝隙 C34 是第三谐振腔 R3 与第四谐振腔 R4 之间的耦合缝隙，且第三耦合缝隙 C34 为设置于第二层金属层 L2 的两个对称长方形缝隙。

[0019] 所述第十五~十七金属化通孔 V15、V16、V17 与第三十五~三十七金属化通孔 V35 ~ V37 不仅为第一谐振腔 R1 和第四谐振腔 R4 提供边界，而且能够通过调整第十五~十七金属化通孔 V15、V16、V17 与第三十五~三十七金属化通孔 V35 ~ V37 在第一谐振腔 R1 的位置从而调整第四谐振腔 R4 的谐振频率；第二层金属层 L2 的圆形第一耦合缝隙 C12 为第一谐振腔 R1 和第二谐振腔 R2 提供边界，并且能够通过调节第一耦合缝隙 C12 的大小调节第一谐振腔 R1 和第四谐振腔 R4 的谐振频率；第五十五~五十七金属化通孔 V55、V56、V57 与第六十五~六十七金属化通孔 V65、V66、V67 不仅为第二谐振腔 R2 和第三谐振腔 R3 提供边界，而且能够通过调整第五十五~五十七金属化通孔 V55、V56、V57 与第六十五~六十七金属化通孔 V65、V66、V67 在第二谐振腔 R2 的位置从而调整第三谐振腔 R3 的谐振频率，同时第七十七金属化通孔 V77 与第五十五金属化通孔 V55 为第二耦合缝隙 C23 提供边界；第二层金属层 L2 的第三耦合缝隙 C34 为第三谐振腔 R3 和第四谐振腔 R4 提供边界，并且通过调节第三耦合缝隙 C34 的长方形尺寸能够调节第三谐振腔 R3 和第四谐振腔 R4 的谐振频率。

[0020] 第一谐振腔 R1 由二十三个金属化通孔即第三~十七金属化通孔 V3、V4、V5、V6、V7、V8、V9、V10、V11、V12、V13、V14、V15、V16、V17、第三十五~四十二金属化通孔 V35、V36、V37、V38、V39、V40、V41、V42 和第二层陶瓷基板 S2、第一金属层 L1、第二金属层 L2 形成。谐振腔就是这些通孔和两层金属板所封闭起来的空腔，位置在第二层介质内，作用是起到选择频率或者储存能量的作用。第二谐振腔 R2、第三谐振腔 R3、第四谐振腔 R4 同理。

[0021] 本发明基于 LTCC 的 E 波段高抑制带通滤波器的工作原理如下：宽频带微波信号从输入端口 P1 进入第一谐振腔 R1，通带内的微波信号通过第一耦合缝隙 C12 耦合到第二谐振腔 R2，经过第二耦合缝隙 C23 耦合到第三谐振腔 R3，经过第三耦合缝隙 C34 耦合到第四谐

振腔 R4 再到输出端口 P2, 通带外的微波依次在四个谐振腔 R1、R2、R3 和 R4 的谐振频率外衰减。通过改变八十个金属化通孔 V3 ~ V82 位置的变化, 可以微调谐振腔的谐振频率, 通过第一耦合缝隙 C12 圆形缝隙的大小和位置、第三耦合缝隙 C34 两个对称长方形缝隙的大小和位置、以及第二耦合缝隙 C23 的宽度来改变通带的宽度。

[0022] 实施例 1

[0023] 本发明基于 LTCC 的 E 波段高抑制带通滤波器的陶瓷基板相对介电常数为 6.8, 损耗角正切为 0.002, 尺寸为 2.8mm*1.6mm*0.52mm, 金属化通孔的半径为 0.06mm, 陶瓷基板的表面的金属壁厚度为 0.01mm, 第一层介质层的厚度为 0.1mm, 第二层介质层的厚度为 0.2mm, 第三层介质层的厚度为 0.2mm。由图 5 可以看出, 通带内最小插入损耗为 2.1dB, 回波损耗小于 18.11dB, 带宽为 71GHz ~ 76GHz, 下边带 67GHz 抑制好于 55dB, 上边带 81GHz 抑制好于 56dB。

[0024] 综上所述, 本发明频带为 E 波段, 具有频段频率覆盖广、插入损耗小、频率选择性好、谐波抑制特性好、电路结构简单、可控性好等突出优点, 对于未来高速率数据无线通信具有有重大应用前景。

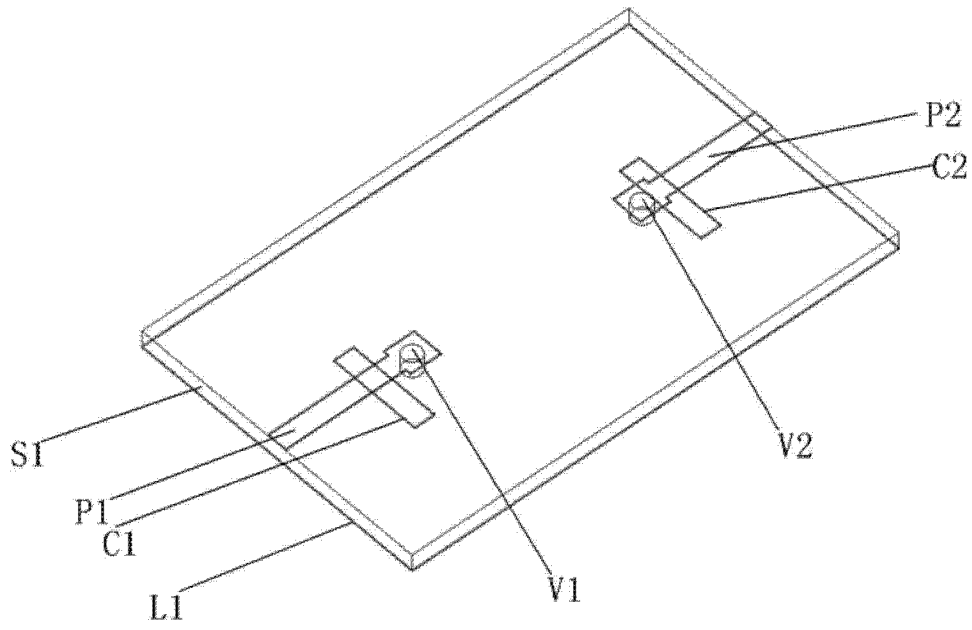


图 1

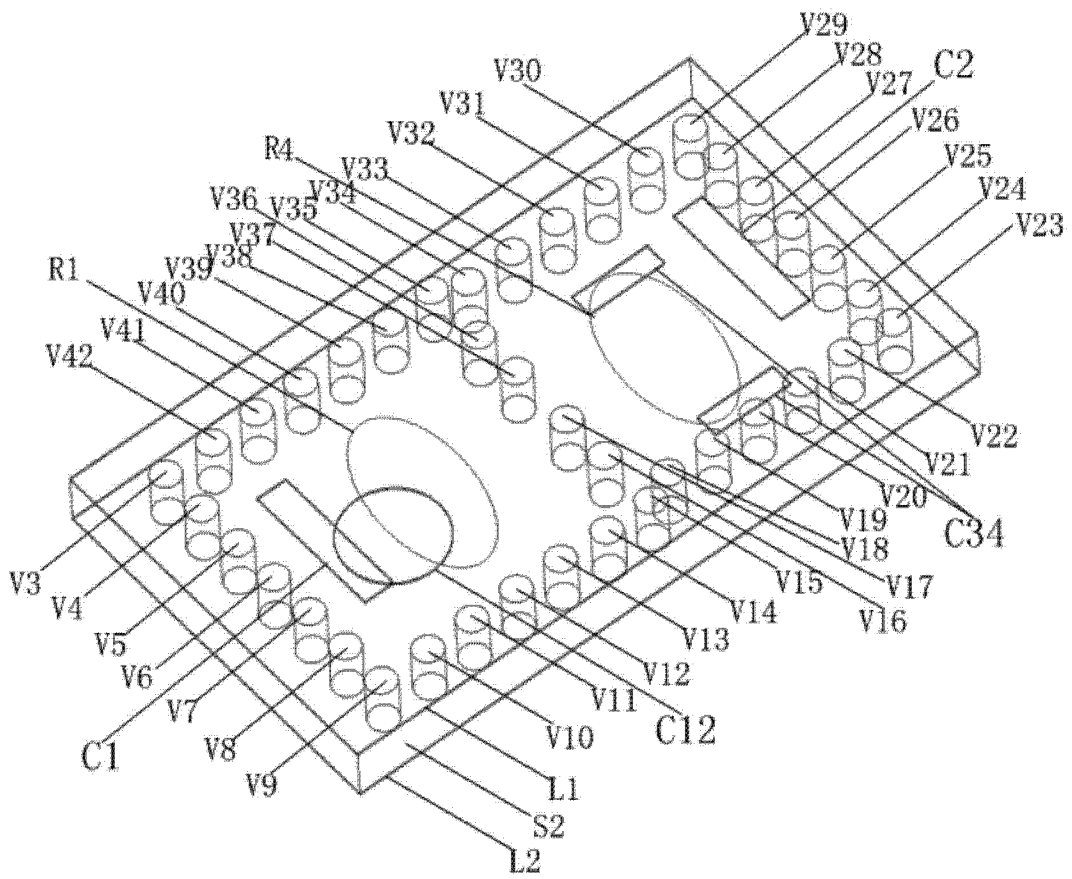


图 2

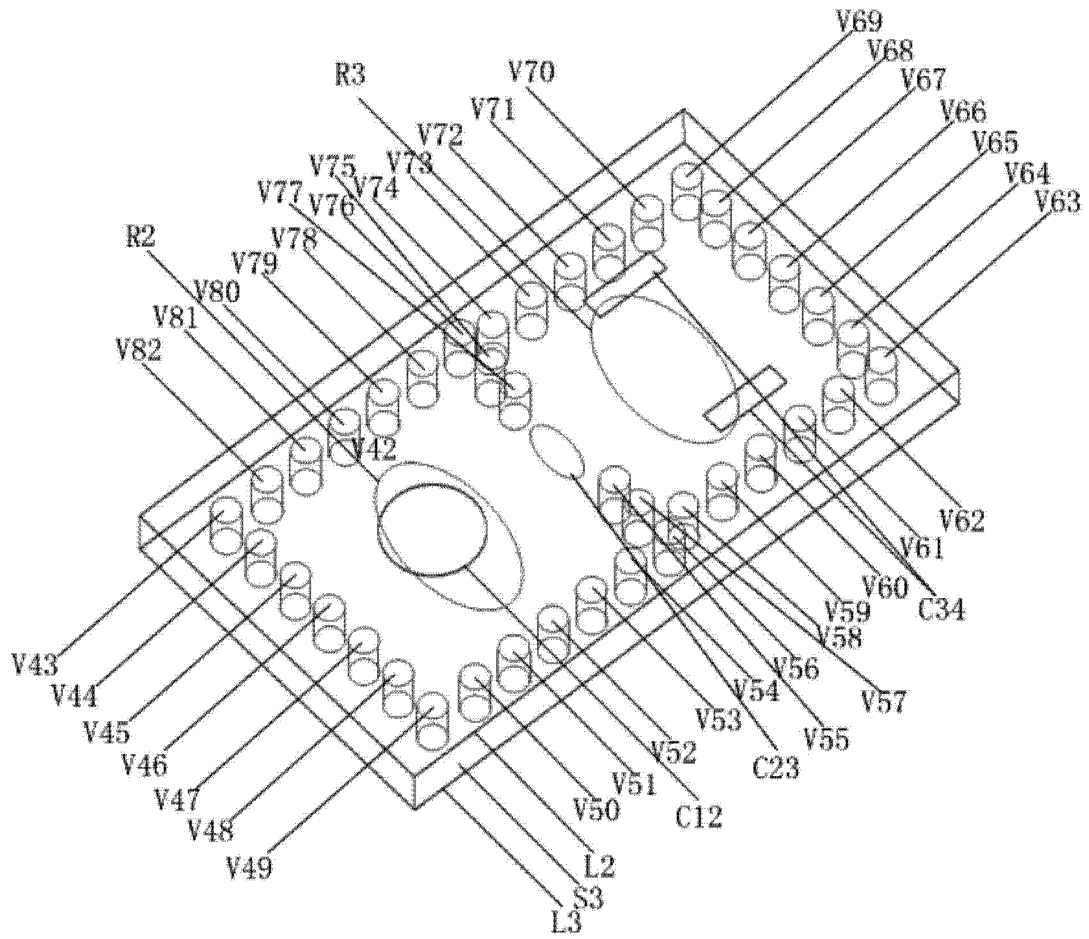


图 3

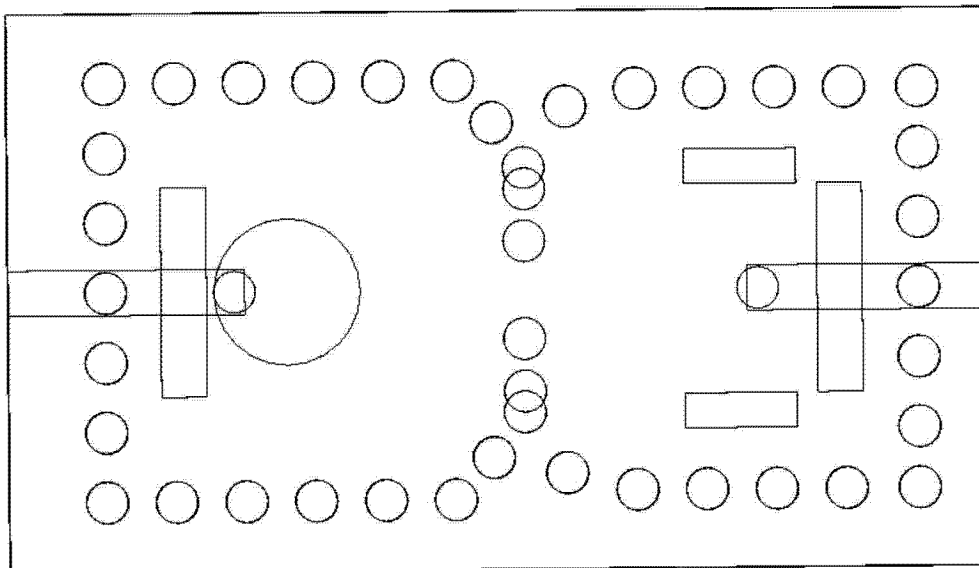


图 4

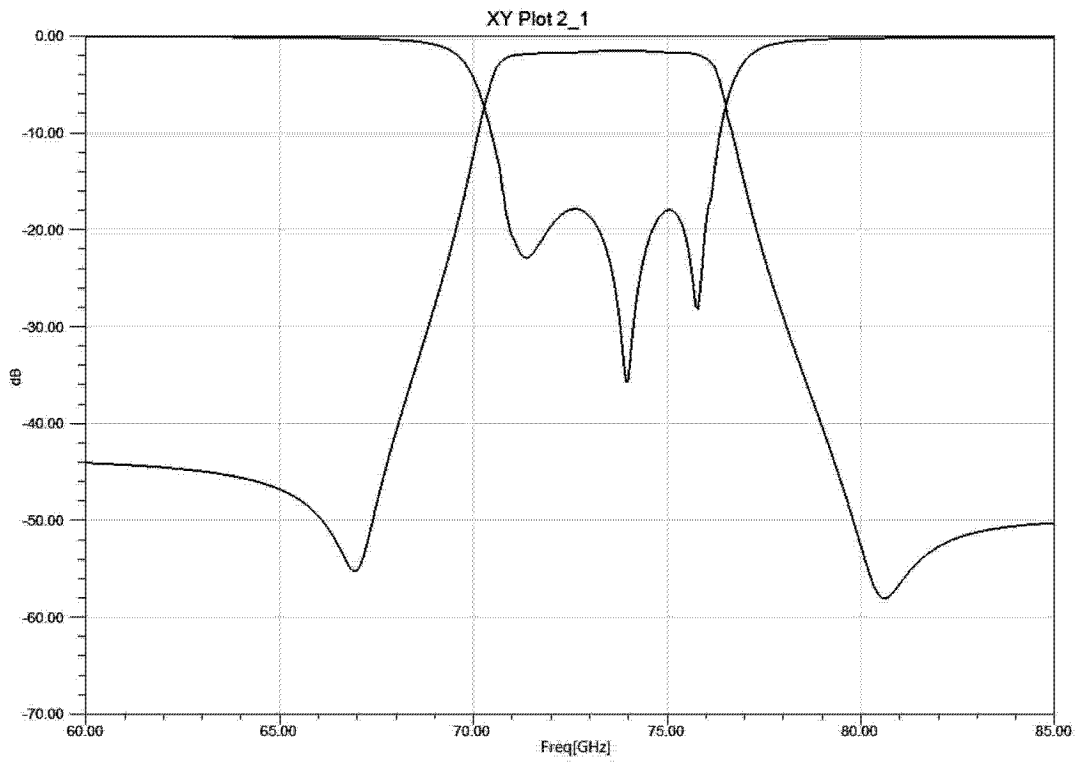


图 5