

一种 DGS 微带低通滤波器设计

□ 陈磊 唐宗熙

(电子科技大学 四川·成都 611731)

摘要: DGS, 即缺陷地结构, 它是近年来提出的在微波平面电路接地板上刻蚀出非周期形状的结构, DGS 单元结构在某些频段有带阻和低通滤波的特性。本文针对圆形 DGS 单元进行分析, 讨论了尺寸对频率特性的影响, 并对其进行改进, 提出了一种环形 DGS 结构, 这种结构具有更加陡峭的幅频特性。利用这种环形结构和 H 形 DGS 结构设计了一个微带低通滤波器, 从仿真结果来看这种滤波器与传统的低通滤波器相比有结构简单, 尺寸小, 抑制寄生通带, 带宽宽, 插损低的优点。

关键词: 微带线 缺陷地结构 低通滤波器 寄生通带

中图分类号: TN713

文献标识码: A

文章编号: 1007-3973(2010)02-101-02

众所周知, 低通滤波特性可以通过在传输线上加入周期性结构来实现。平面传输线和微波电路具有代表性的周期结构是光子带隙(PBG)和缺陷地(DGS)。PBG 一直是平面传输线中一种著名的结构。但是, PBG 也有缺点, 比如:

- (1) 由于采用许多周期模式, 需要大的面积。
- (2) 对 PBG 单元很难定义并提取它的等效电路结构。
- (3) 因此, 将它的实际应用扩展到微波电路受到限制。

与 PBG 相比, DGS 微带线无需建立周期结构即可在某些频点产生谐振, 提供良好的带阻特性, 而且只需用一个 LC 等效模型就可以表征, 可进行电路级快速分析, 在同等工艺条件和性能要求上, 对考虑电路尺寸而带来经济成本变动较敏感的集成电路行业而言, DGS 较 PBG 更具竞争力。现在, DGS 在微波电路设计中得到了广泛的应用, 例如滤波器, 功分器, 耦合器, 放大器, 振荡器等等。

在微带接地板上刻蚀 DGS 单元结构, 相当于在传输线上引入了等效电感和电容, 改变了接地板上的电流分布及传输线的传输特性。可以将 DGS 单元结构等效为并联 LC 电路, LC 电路的参数与 DGS 结构的尺寸有关。DGS 禁带特性的最直接应用就是滤波器的设计。利用 DGS 设计滤波器有两种方式: 一种是直接利用 DGS 的频率选择特性通过简单的组阵构成电路。另一种是在通常的滤波器上加入 DGS 结构, 以改善滤波器的性能。文章利用 DGS 单元结构设计了一个低通滤波器, 低通滤波器的并联电容用加宽微带线实现。

1 圆形 DGS 单元的频率特性

在相对介电常数为 2.2, 厚 0.381mm 的 RT/Duriod5880 介质基片上对圆形 DGS 结构进行仿真, 研究它的尺寸变化对 DGS 结构频率特性的影响。影响圆形 DGS 频率特性的参数主要有两个: 圆形的尺寸、缝隙的宽度。考虑圆形半径 r 变化的影响, 缝隙宽度 $g=0.2\text{mm}$, 仿真计算结果如图 2。保持半径 $r=3\text{mm}$ 不变, 当缝隙宽度 g 发生变化时, 仿真结果如图 3 所示。

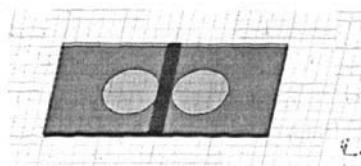


图 1 圆形 DGS 单元结构

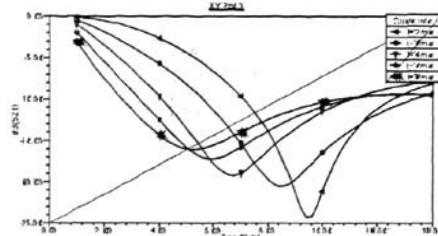


图 2 DGS 结构 S 参数
($g=0.2\text{mm}$, $r=2, 3, 4, 5, 6\text{mm}$)

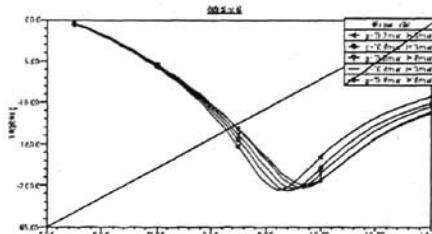


图 3 DGS 结构 S 参数
($r=3\text{mm}$, $r=0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6\text{mm}$)

从以上 DGS 结构的 S 参数可以看出, 由于微带线下方的缝隙改变了微带线等效电路中的并联电容, 而两侧的圆形 DGS 改变了串联电感, 二者构成的谐振回路在某个频率上呈现衰减特性, 等效并联电容和串联电感组成的 LC 谐振回路在谐振时衰减达到极值。圆形面积的增加使得串联电感增大, 截止频率降低, 等效并联 LC 谐振回路的谐振频率降低, DGS 单元的谐振极点也降低。而缝隙宽度的变化并没有引起截止频率的变化, 但是随着缝隙宽度的增加, 等效并联电容减小, 谐振频率极点升高。

2 对圆形 DGS 结构的改进

对圆形结构做出改进, 在结构中加入一个圆形金属膜片, 形成一个环形 DGS 结构, 该结构以及仿真结果如图 4 所示。从图上可以看出, 加入金属膜片之后可以显著地减小阻带外的衰减, 并得到更加陡峭的幅频特性, 通过仿真可以知道当金属膜片的轮廓接近 DGS 结构的轮廓时, 这种效果更加明显。

当缝隙宽度和环的宽度相等时,这种结构具有更好的陡峭性。

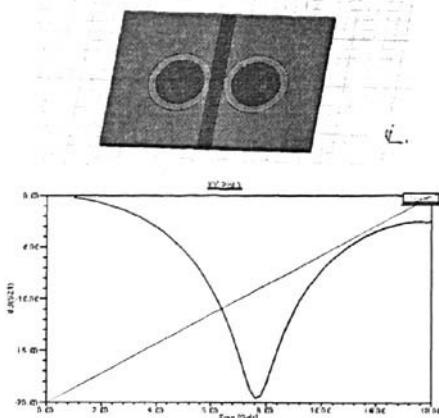


图 4 环形 DGS 单元结构及 S 参数

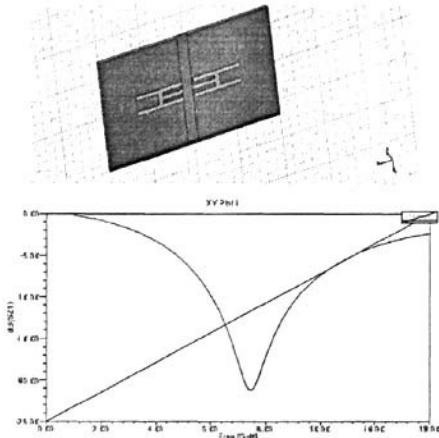


图 5 H 形 DGS 单元结构及 S 参数

3 低通滤波器的设计

文章利用改进的圆形 DGS 结构和 H 形 DGS 结构设计了一个五级低通滤波器,截止频率

2.5GHz,低通滤波器的并联电容用加宽微带线实现,两端以 50 欧姆微带线输入和输出。

Shanghai University, Shanghai 200072, China[4]. A.K. Verma, and Ashwani Kumar, Design of Compact Five Poles Low Pass Filter using Defected Ground Structure.

从仿真结果看,DGS 低通滤波器对带外寄生

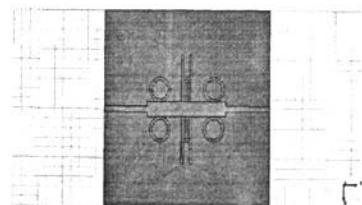


图 6 DGS 低通滤波器结构示意图

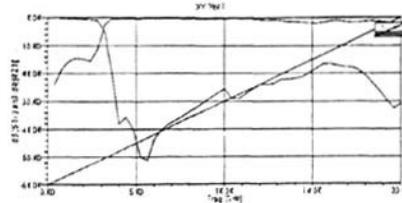


图 7 DGS 低通滤波器仿真结果

通常能进行有效的抑制,衰减超过 20dB 的阻带范围非常宽,达到(3.6GHz ~ 15GHz),并有一个明显的衰减极点。滤波器结构很紧凑,仅 19mm×22mm。DGS 低通滤波器与传统滤波器相比,带外衰减大,阻带范围宽,带内插损小,辐射损耗低,将 DGS 结构运用到低通滤波器中明显地提高了滤波器的性能。

4 结论

本文对圆形 DGS 单元进行改进,增加两片圆形金属膜片,得到更加陡峭的幅频特性。利用该结构和 H 形的 DGS 单元设计了一个截止频率为 2.5GHz 的低通滤波器,从仿真计算结果看,这种滤波器对寄生通带具有明显的抑制,阻带频段非常宽,而且结构很紧凑。

参考文献:

- [1] Akhilesh Mohan, Animesh Biswas, A Novel Compact Defected Ground Structure (DGS) Low Pass Filter. Department of Electrical Engineering Indian Institute of Technology, Kanpur, India-208016.
- [2] Mrinal Kanti Mandal and Subrata Sanyal, Member, IEEE, A Novel Defected Ground Structure for Planar Circuits. IEEE MICROWAVE AND WIRELESS COMPONENTS LETTERS, VOL. 16, NO. 2, FEBRUARY 2006.
- [3] Wang Huina, Li Guohui, Yan Jun, Compact Design Of a Sharp-Rejection Low-Pass Filter Using a Novel Defected Ground Structure. Department of Electronic Science, University of Delhi, South Campus, New Delhi 110021, (India).
- [4] Jong-Sik Lim, Member, IEEE, Chul-Soo Kim, Member, IEEE, Dal Ahn, Senior Member, IEEE, Yong-Chae Jeong, Member, IEEE, and Sangwook Nam, Member, IEEE, Design of Low-Pass Filters Using Defected Ground Structure.
- [5] 杨瑾屏,吴文. SP-DGS 等效电路模型及其在微波电路中的应用[J]. 西安电子科技大学学报(自然科学版),2007(06).
- [6] 威玉洁,刘学观. 基于 DGS 结构的抑制谐波低通滤波器设计[J]. 应用科学学报, Vol.26 No.1 Jan.2008.
- [7] Zhong Xiao-ming, Li Guo-hui, Design of low-pass filter based on a novel defected ground structure, School of Communication and Information Engineering, Shanghai University, Shanghai 200072, P.R.China.
- [8] 吴边,李斌,梁昌洪. 一种新型 SRR 缺陷地而结构低通滤波器[J]. 电子与信息学报, Vol.29 No.12 Dec.2007.

微波滤波器设计培训——视频课程

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立，致力于专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养，是国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地。客户遍布中兴通讯、研通高频、国人通信等多家国内知名公司，以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

我们推出的微波滤波器设计培训专题，有资深工程师领衔主讲，课程既有微波滤波器设计原理的详细解释，也有各种仿真分析工具的实际设计应用讲解，设计原理和设计仿真实践相结合，向大家呈现各种结构的微波滤波器的完整设计流程。旨在帮助大家透彻地理解并实际的掌握各种微波滤波器的设计。

微波滤波器设计培训专题视频课程



高清视频，专家授课，中文讲解，直观易学；既有微波滤波器设计原理的详细解释，也有像 ADS、CST、HFSS 各种仿真分析工具的实际设计应用讲解，旨在帮助大家透彻地理解并实际的掌握各种微波滤波器的设计。

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/filter/>

更多专业培训课程：

- **HFSS 视频培训课程**

网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/>

- **CST 视频培训课程**

网址: <http://www.edatop.com/peixun/cst/>

- **天线设计专业培训课程**

网址: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/>

专注于微波、射频、天线设计人才的培养

易迪拓培训

官方网址: <http://www.edatop.com>

淘宝网店: <http://shop36920890.taobao.com>