

射频陶瓷贴片电容的测试*

骆超艺 陈赐海 黄振宇 肖芬

(厦门大学物理系 厦门 361005)

摘要 以共面波导作为测试夹具,用射频矢量网络分析仪对小尺寸、小容量的贴片式电容进行扫频测量。结合微波网络理论进行分析,并应用最小二乘法拟合计算后,得出的贴片式电容的测量值与标称值吻合较好,说明该方法可行。

关键词 贴片电容 共面波导 微波网络 最小二乘法

Test of Radio Frequency Ceramic Chip Capacitors

Luo Chaoyi Chen Cihai Huang Zhenyu Xiao Fen

(Department of Physics, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract The coplanar waveguide is used as a fixture, measuring the capacitors having small size and capacitance with the vector network analyzer by the means of frequency sweeping. The microwave network theory is applied to analyze this problem and calculate the capacitance with least square method. The result of this experiment is in accordance with that given by the manufacturer. The fact shows this method is feasible.

Key words Chip capacitor Coplanar waveguide Microwave network Least square method

其等效模型如图2所示^[1]。

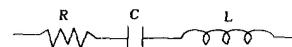


图2 贴片电容等效模型

其中, C 为电容, L 为电极等效串联电感, R 为电极和介质交流漏电阻的等效串联值, 这样, 一个射频电容的阻抗 Z 为:

$$Z = R + j \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right) \quad (1)$$

1 引言

目前广泛应用于各种射频电路中的贴片电容因其尺寸和电容量均较小, 没有比较合适的射频段测试仪器。我们应用微波网络理论分析后, 自行设计共面波导作为测试夹具, 利用射频矢量网络分析仪在高频至射频波段(30MHz ~ 300MHz)对射频陶瓷贴片电容(尺寸约 2.00mm × 1.26mm × 0.67mm, 电容量 0.5 ~ 7.5pF)进行了扫频测量。

2 贴片电容模型

射频陶瓷贴片电容的外形示意图如图1所示。

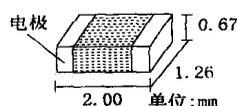


图1 贴片电容的外形图

3 测试夹具

本实验使用特性阻抗 Z_0 为 50Ω 的共面波导作为测试夹具, 将待测电容横跨接在共面波导的内外金属条带之间, 其横截面图如图3所示。

并接在共面波导上的被测电容构成的双端口网络如图4所示。

* 国家863计划(2001AA325100)资助项目。

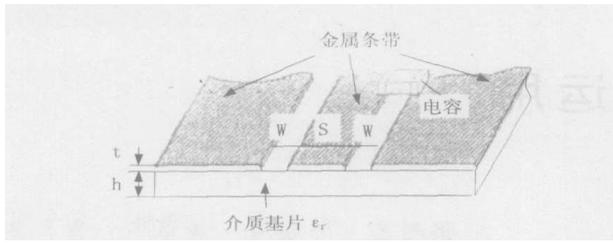


图3 测试夹具

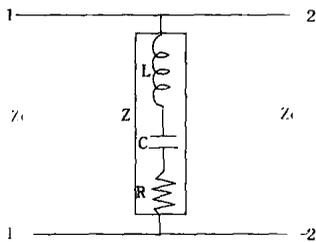


图4 被测网络

4 计算与结果

用网络分析仪测量并结合一定的校准方法(TRL)^[2]可算出电容的散射参数 S_{21} 。由微波网络理论^[3]可知:

$$Z = \frac{S_{21}}{2(1 - S_{21})} Z_c \quad (2)$$

取Z的虚部(电抗) X ,运用实验数据处理中的最小二乘法^[4]并由(1)式知, X 的拟合模型为 $\omega L - 1/\omega C$ 。通过一系列频点 ω_i 的测试计算数据 X_i ($i=1, 2, \dots, n$),寻找最优的参数L和C使得:

$$\min_{L, C} \sum_{i=1}^n \left(\omega_i L - \frac{1}{\omega_i C} - X_i \right)^2$$

现对5个标称值已知的片式电容在300M ~ 300MHz的频率范围内测量,所得数据与生产厂家给出的电容标称值进行比较,如表1所示。

表1 电容标称值比较

编号	标称值(pF)	测量值(pF)
1	0.5 ± 0.1	0.5
2	1.0 ± 0.5	1.0
3	2.0 ± 0.5	2.1
4	6.2 ± 0.5	6.1
5	7.5 ± 0.5	7.6

由上表可见,片式电容的测量值均落在标称值的容许误差范围内。

其中5号电容的测量计算电抗 X 与拟合模型 $\omega L - 1/\omega C$ 的曲线如图5所示。

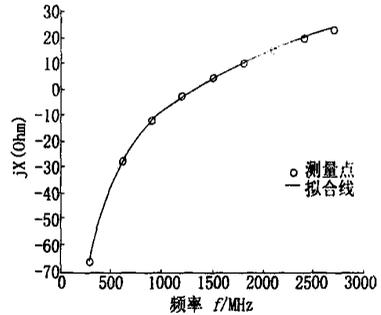


图5 5号电容的电抗测量点与拟合曲线

从上图可以直观地看出,被测电容的电抗符合模型所描述的规律。

5 结论

采用扫频法测量阻抗值并用最小二乘法拟合计算,不仅可以得出电容值,还可以得出等效串联电感和电阻(由于生产厂家没有给出相应的标称值进行比较,这里不再列出)。应注意扫频带宽不宜过大,否则会因电容器内电介质的色散而使电容值有一定的变化,通常可在3G的频宽内测量。

参考文献

- 1 Yukio Sakabe High frequency measurement of multilayer ceramic capacitors IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology-Part B, 1996, 19(1).
- 2 廖进昆,等 微波测量中的去嵌入方法 四川大学学报(自然科学版), 2000, 37(3).
- 3 李宗谦,等 微波工程基础 北京:清华大学出版社, 2004
- 4 陈怀琛 MATLAB 及其在理工课程中的应用指南 西安:西安电子科技大学出版社, 1999