

# SMX-225CT FPD HR Plus 观察电子陶瓷 内部结构

SMX-029

**摘要：**本文介绍运用 inspeXio SMX-225CT FPD HR Plus 微焦点 X 射线 CT 系统观察 5G 电子陶瓷滤波器内部结构。使用 CT 扫描后通过岛津公司独有软件 MPR 立即显示 CT 截面图，观察内部结构。通过 VG 软件观察杂质、裂纹及孔隙缺陷并进行尺寸测量。使用 VG 软件缺陷模块计算电子陶瓷滤波器中的杂质率，呈现杂质分布立体效果图。

**关键词：**微焦点 X 射线 CT 系统 电子陶瓷 滤波器 孔隙 裂纹 杂质

5G 技术是第五代移动通信技术的简称，相较于 4G 技术，具有高传输速率、低时延、超大网络容量等特点。2019 年是中国 5G 商用元年，先期 5G 架构的搭建会集中在基站建设。而 5G 信号频段高，穿透能力差，传输距离短，覆盖能力弱，因此 5G 基站数量将远大于 4G。在国家“新基建”推动下，三大通信运营商计划 2020 年在国内建设 5G 基站 50 万个。

5G 时代，基站天线设计集成化，用于信号处理的射频部件有了较大改变，其中的每个天线滤波器所需数量倍数增加，因而重量轻、体积小的陶瓷介质滤波

器将成首选，逐步替代现有金属腔体滤波器。目前企业面临的问题之一是成品调试电性能不符合要求，追溯原因多是因为烧结陶瓷件及金属化产品表面不均匀，内部有杂质空隙缺陷等。通过岛津 X 射线 CT 检查装置轻松确认陶瓷滤波器不同阶段产品的杂质缺陷。不但测试速度快，而且精度高。本文介绍运用 inspeXio SMX-225CT FPD HR PLUS 的微焦点 X 射线 CT 系统检测陶瓷介质滤波器的内部结构，观察内部缺陷及使用软件进行分析。

## ■ 实验部分

### 1.1 仪器

inspeXio SMX-225CT FPD HR PLUS 微焦点 X 射线 CT 系统



### 1.2 分析条件

X 射线 CT 检查分析条件：

测试电压：200 KV

测试电流：100  $\mu$ A

图像尺寸：2048 pixels\*2048 pixels

扫描时间：10 min

SDD：800 mm

SRD：101.389 mm

Number of Views：2400

Number of Averages：1

Voxel Spacing：0.018 mm/voxel

Exposure(ms)：250.00

Acquisition Mode：Fine

## ■ 结果与讨论

### 2.1 微焦点 X 射线 CT 对电子陶瓷滤波器的观察

本次分析的是两种 5G 电子陶瓷滤波器，图 1 (1) 仅展示杂质率分析；图 1 (2) 表面镀银，内部是陶瓷，外观尺寸：L36 mm X W16 mm X H5 mm，使用 X 射线 CT 针对整个样品进行扫描。通过 VG 软件虚拟出图 2 所示的 3D 图。

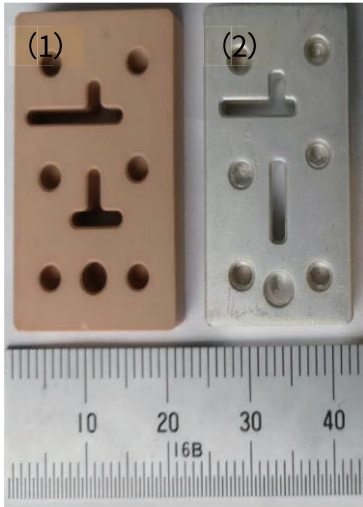


图 1 滤波器外观图

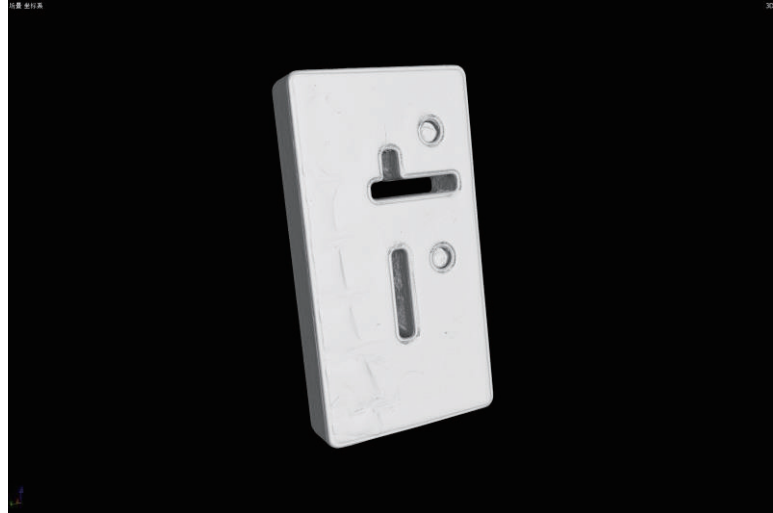


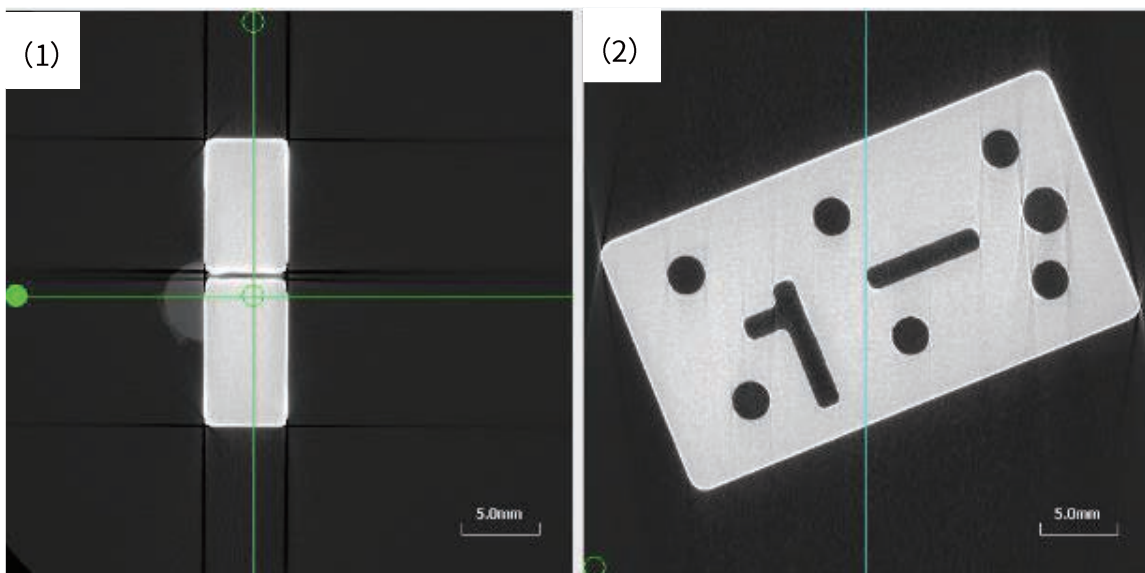
图 2 滤波器 CT 3D 图

图 3 显示了 MPR (多平面重建) 图像。在 MPR 显示图中，将多个 CT 图像堆叠在一个虚拟空间中，从而排列四张图像：CT 图像 (1)；相互正交的纵向图像 (2) 和 (3)；以及与纵向截面图像 (4) 正交的任意截面图像。

从图 3 的图像 (1) 至 (4) 中，可以观察到陶瓷滤波器中在三个直角相交的方向截面图中的内部结构。

图 4 示出了该 CT 成像数据的三维显示。当转换为三维显示时，可以对镀银层中的裂纹进行观察。

图 5 和图 6 示出了陶瓷滤波器的截面，使用 CT 可以观察内部孔隙、杂质、裂纹等缺陷。



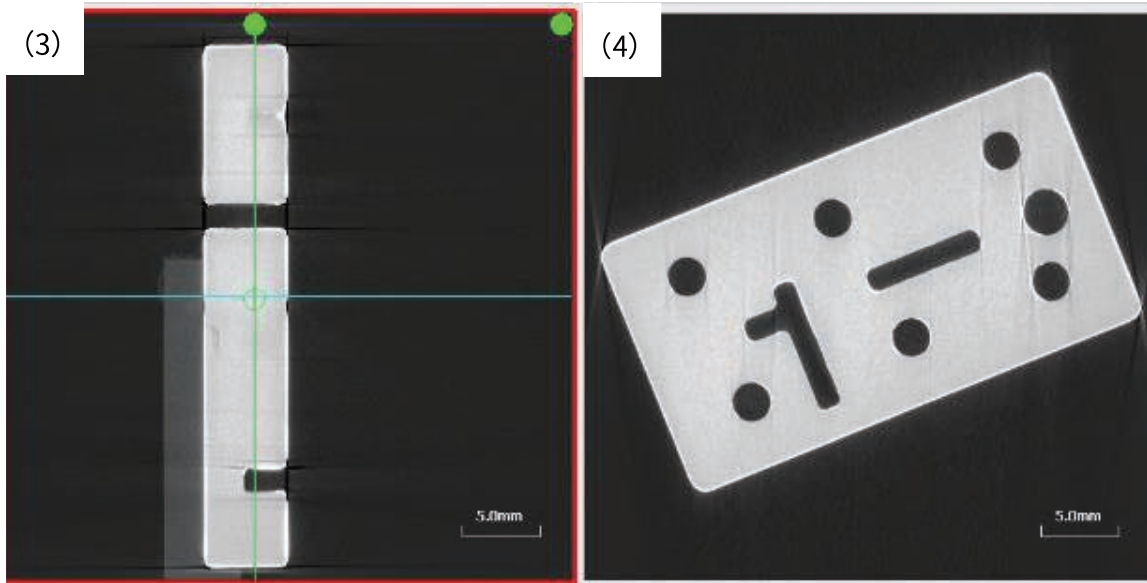


图3 滤波器 MPR 图

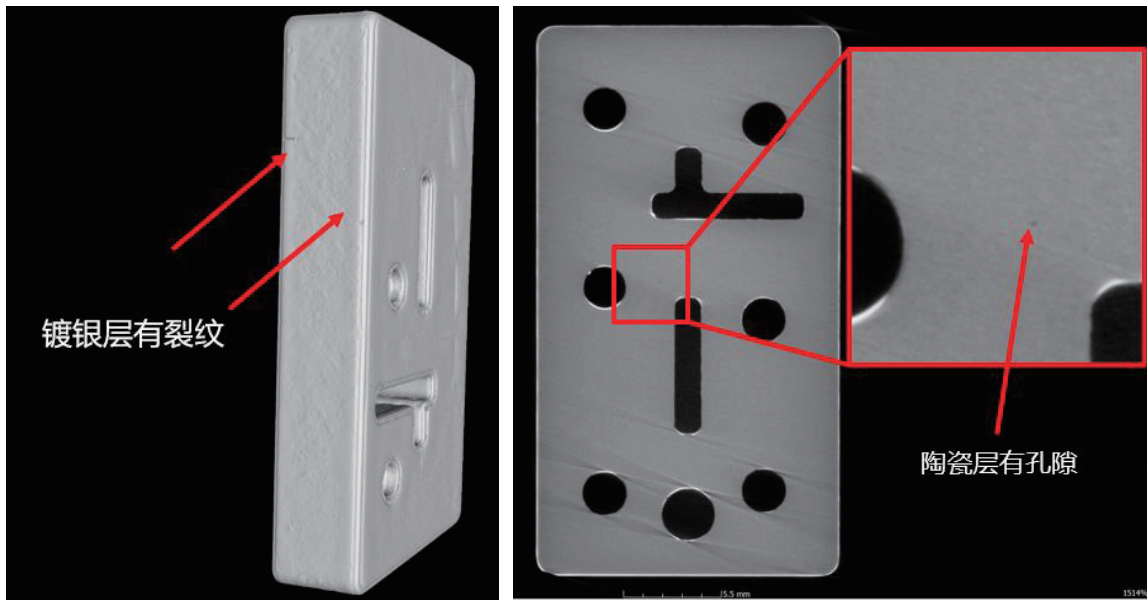


图4 滤波器 3D 图

图5 滤波器 CT 截面图

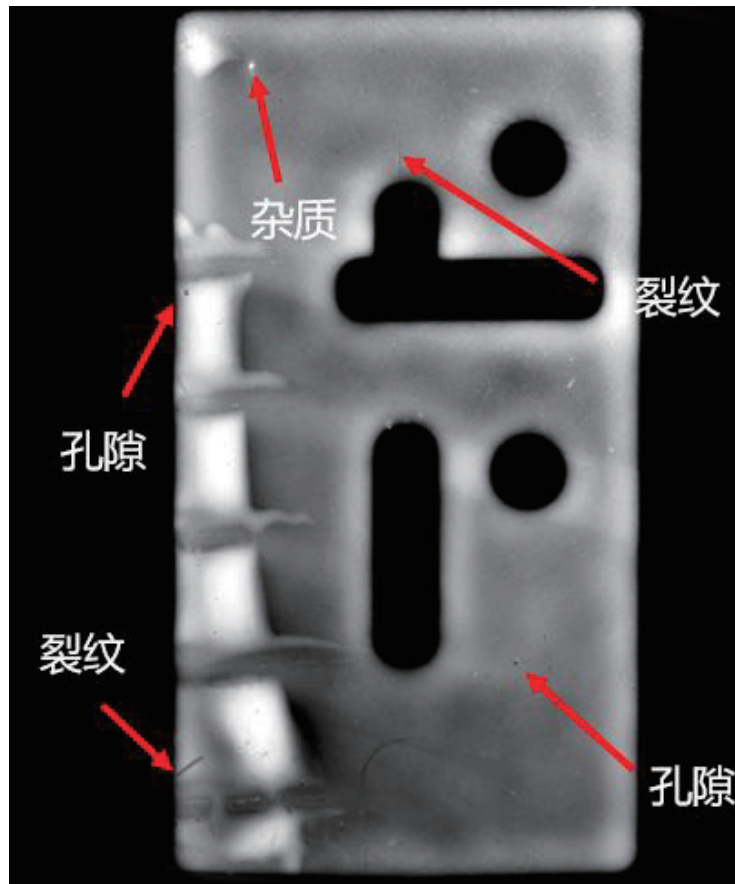


图 6 滤波器内部缺陷图

## 2.2 电子陶瓷滤波器样品数据分析

在 5G 电子陶瓷滤波器中，镀银层中的裂纹、杂质和孔隙过多过大容易影响产品的调试电性能。利用 VG 软件尺寸测量功能，可对滤波器中的裂纹、杂质、孔隙进行测量，图 7 测量的裂纹长度分别为 1.701 mm、1.238 mm，图 8 测量的杂质长度为 0.260 mm，图 9 测量的孔隙尺寸为 0.076 mm。利用 VG 软件缺陷模块对图 1 (1) 分析杂质缺陷，计算出杂质缺陷分布效果图（图 10）。并用不同颜色标注不同大小尺寸的杂质。统计出材料总体积是 12815.783 mm<sup>3</sup>，杂质缺陷总体积 0.577 mm<sup>3</sup>，杂质缺陷百分比 0.02%。

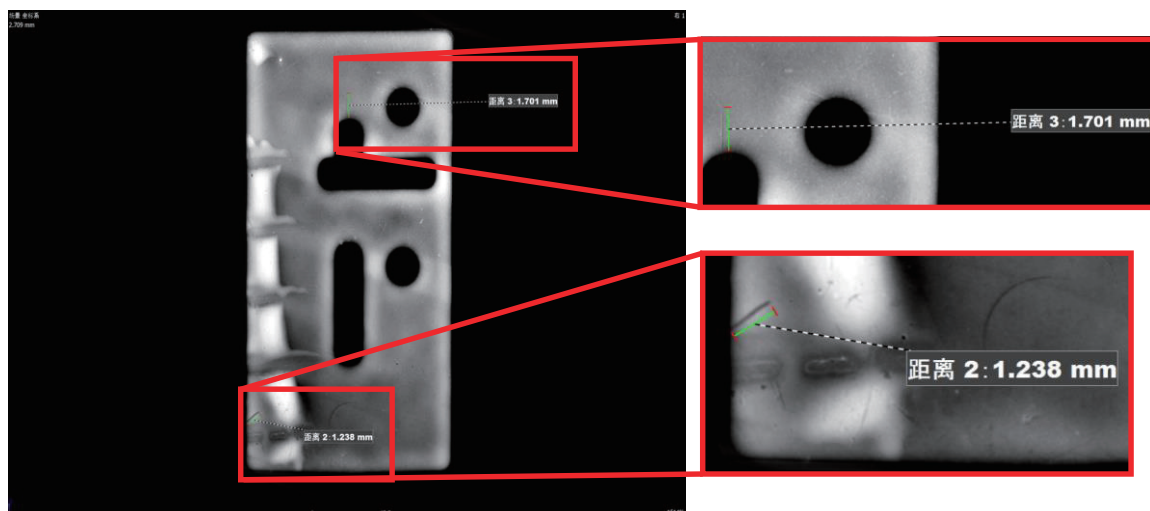


图 7 滤波器裂纹长度测量

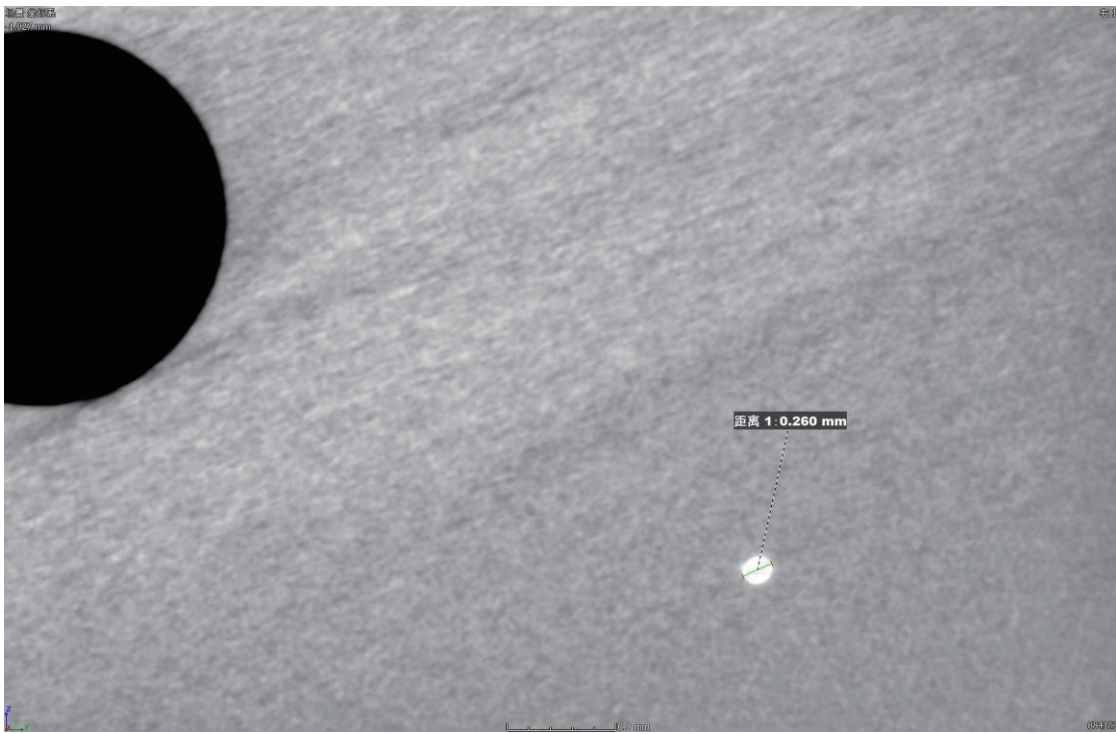


图 8 滤波器杂质测量

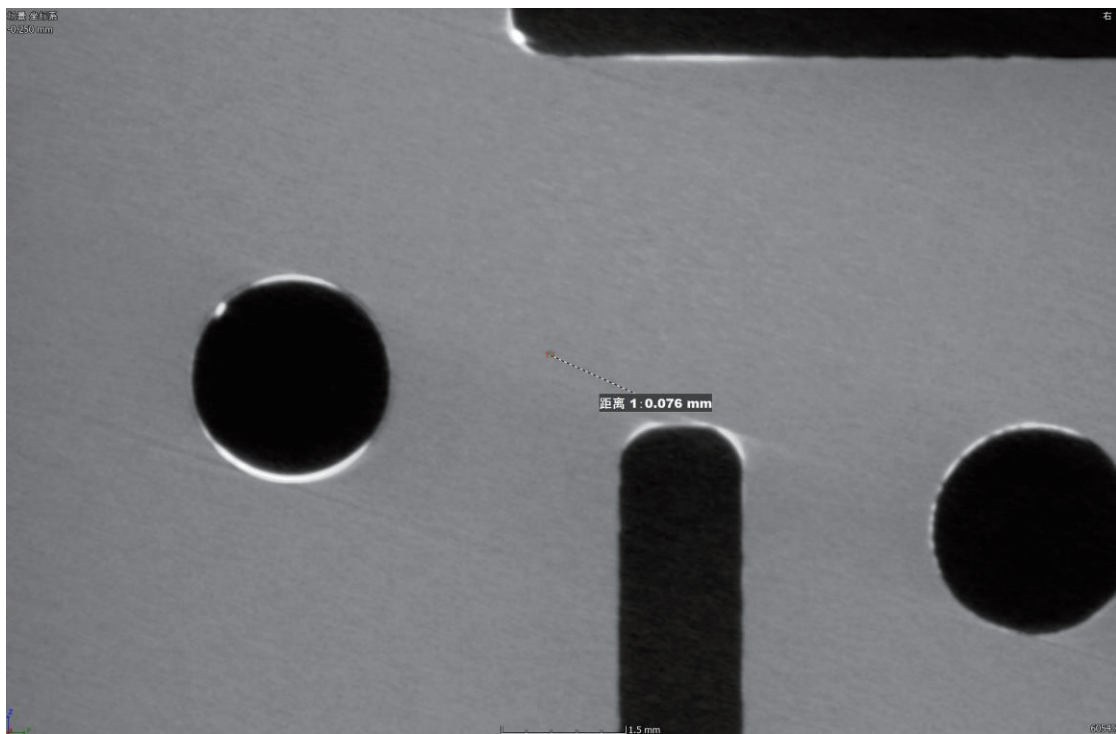


图 9 滤波器孔隙测量

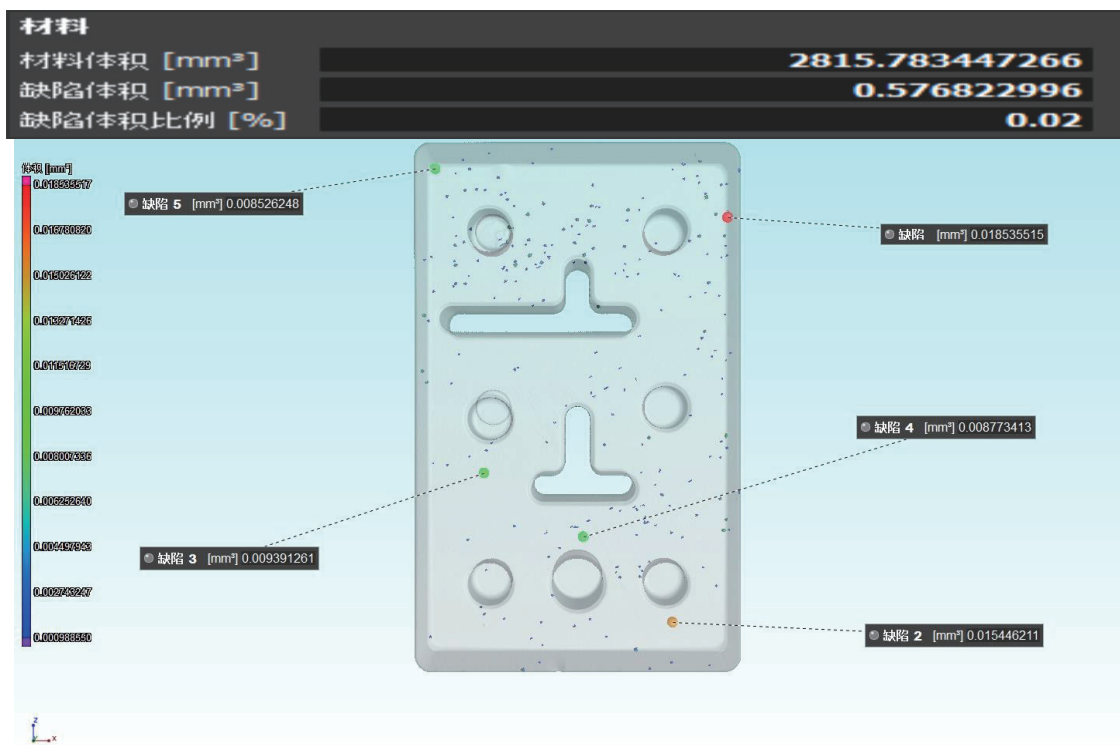


图 10 滤波器杂质分布

## ■ 结论

采用岛津公司的 inspeXio SMX-225CT FPD HR Plus 微焦点 X 射线 CT 系统检测 5G 电子陶瓷滤波器内部结构，通过 CT 无损观察内部裂纹、杂质和孔隙。通过 VG 软件测量缺陷尺寸和计算电子陶瓷滤波器的杂质率，有助于工厂品质部管控和研发部产品开发。

岛津应用云

