

### 特点描述

- ◆ 可对 5G 通信等高频兼容的多层基板的层界面和层表面进行观察和分析。
- ◆ 可用于电子基板的研发、可靠性评价、失效分析等。

### 简介

第 5 代移动通信系统 (5G) 是实现高速大容量、多台设备同时连接、高可靠性、低延迟的无线通信系统。日本 5G 通信所使用的频段是称为 sub6 的 3.7 Ghz 和 4.5 Ghz 频段以及被称为毫米波的 28 GHz 频段。与传统 4G 通信相比,这两种技术使用的所有频段更高,以此实现更大容量、更高速度的通信。

在这些高频段当中,因介电损耗导致的信号劣化是一大难题,使用氟树脂 (PTFE) 和液晶聚合物 (LCP) 等作为基板的绝缘材料备受关注。

本文将介绍使用电子探针显微分析仪 EPMA™ (EPMA-8050G/EPMA-1720HT) 分析低介电材料构成的 5G 用覆铜箔层压板 (Copper Clad Laminate) 界面和表面的示例。

### 低传输损耗的多层基板的分析

覆铜箔层压板是安装在 5G 终端上电子基板的基底,通过将树脂板夹在铜箔之间并施加热量和压力制成。该树脂板的层包括 LCP 绝缘层和用填料强化的阻燃层等。铜箔起到布线的作用,因此含有多条线路。本文分析的样本为安装在智能手机中的天线用电子基板。安装在智能手机中的天线小而轻薄,可以弯曲,还具有优异的耐热性。该天线中还采用了传输损失较低的多层基板。

图 1 所示为使用覆铜箔层压板对电子基板截面进行元素分析的示例。该数据使用不同颜色区分每层元素的分布。红色代表铜箔层 (Cu),可以看出厚度为 10 μm 左右的铜箔有 4 层。绿色代表具有碳 (C) 分布的树脂层。含铝 (Al) 层 (蓝色) 为填料强化层。左侧粉色所示的层为保护膜,表示保护膜中的氮 (N) 分布。此外,还可以看出右侧树脂层中包含硅 (Si) 填料,其旨在提高耐热性。

图 2 所示为各元素的元素面分布数据。根据该数据可知磷 (P) 与铝 (Al) 和硅 (Si) 存在于同一层。该电子基板采用有机磷阻燃剂,以实现无卤化。

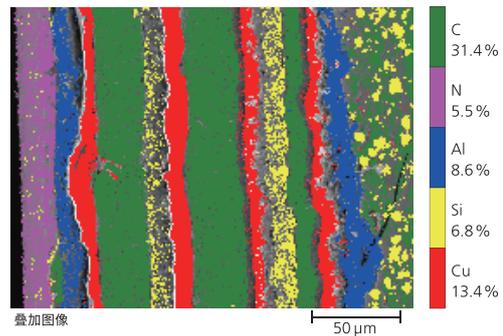


图 1 层压板的元素面分析数据 (叠加图像)

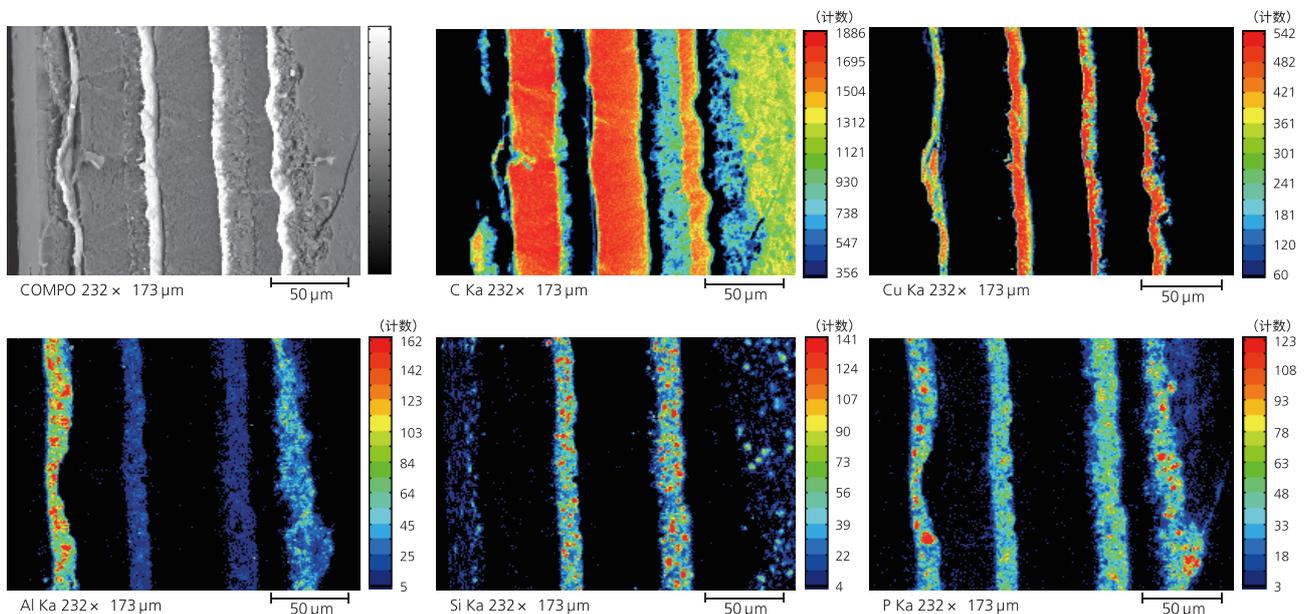


图 2 层压板的面分析数据 (元素分布图像)

## ■ 层压基板的铜箔 / 树脂界面的分析

切断层压基板，对此时出现的铜线路（铜箔）和树脂层之间的界面进行了分析。分离界面，可观察到铜箔和树脂各自的表面。图3所示为对分离界面进行面分析获得的数据。在COMPO图像中，界面中心线（蓝色虚线）左侧为铜箔表面，右侧为树脂表面。在铜箔表面可观察到被称为雪球的细微凹凸加工（约 $\phi 0.3\ \mu\text{m}$ ），在树脂表面可观察到与铜箔凸面相对应的凹面。此外，在映射数据（叠加图像）中可以看出，以中心附近为边界，左侧分布有铜（Cu）（红色），右侧分布有碳（C）（蓝色）。铜箔表面有树脂残留，树脂表面有铜残留（绿色）。该剥离残留物表明焊接强度较高。

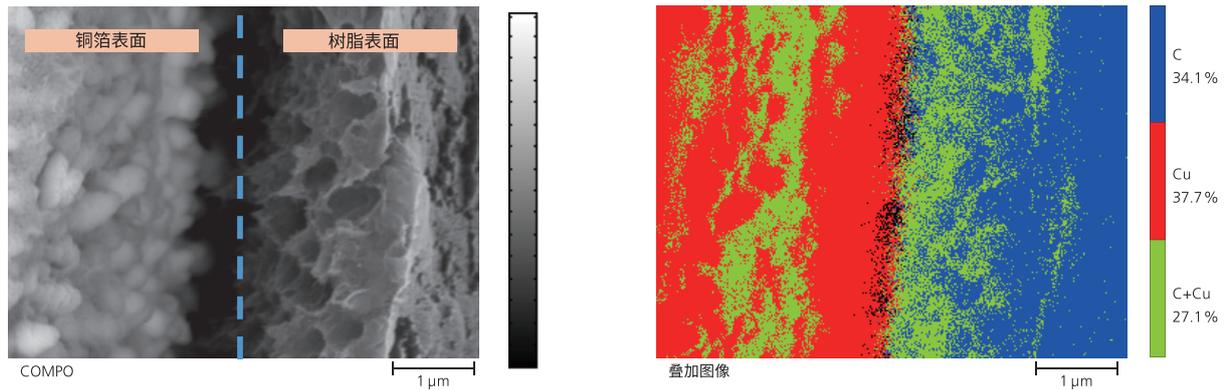


图3 铜箔和树脂界面的元素面分析数据

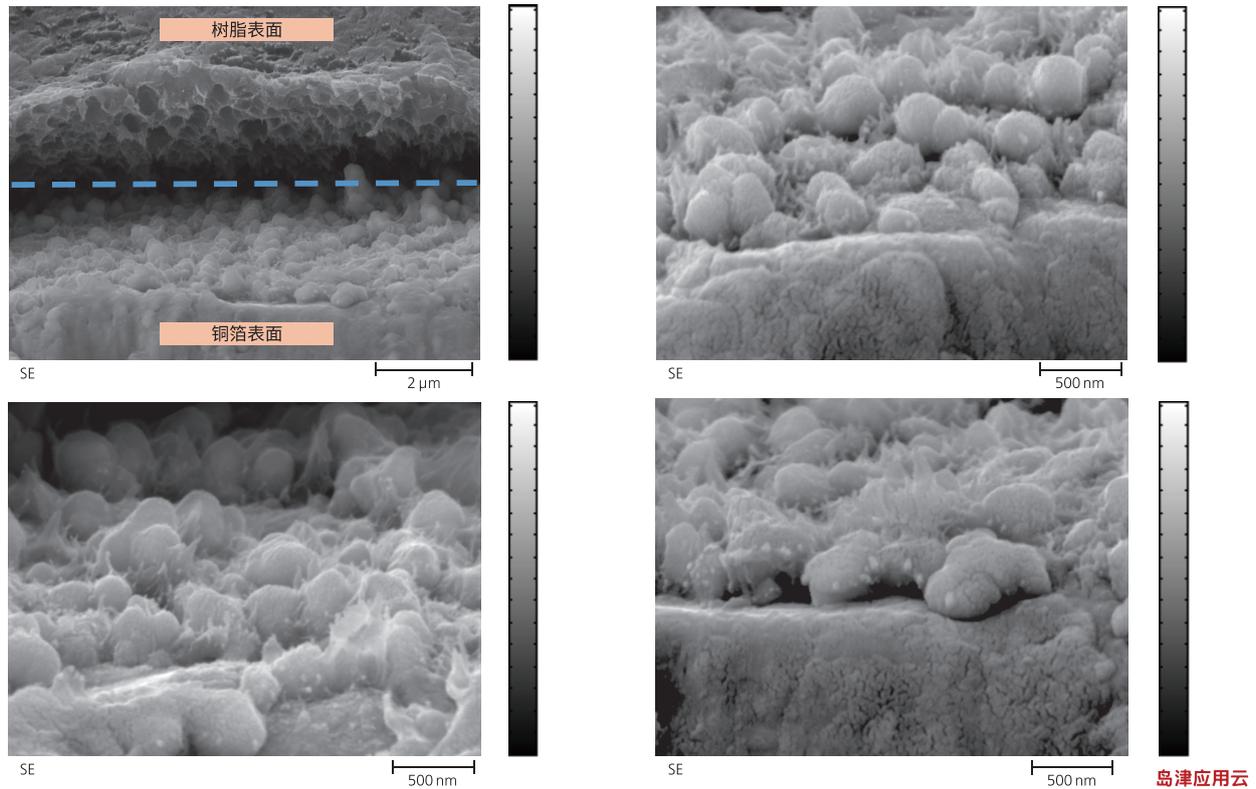


图4 铜箔表面的 SEM 图像

图4所示为铜箔表面各部分的放大 SEM 图像。信号通过电子基板上的铜箔传输，而在高频段范围内，被称为趋肤效应的现象会导致传输损耗。该传输损耗受铜箔表面凹凸形状的影响，凹凸程度越大，传输损耗也就越大。另一方面，如凹凸过小，则存在焊接强度不足的问题，最优表面加工方面的研究还在不断的研究。

## ■ 结论

我们使用 EPMA 对 5G 通信天线模块的基板进行了分析。评价 5G 通信零部件，除了元素分析，形态观察也很重要，随着通信终端的小型化，评价纳米技术等对微型部件的分析需求也在增加。EPMA 能够对微小部件进行高分辨率观察和高灵敏度元素分析，可用于这方面的分析。

EPMA 是岛津制作所株式会社或其相关公司在日本及其他国家 / 地区的商标。



岛津企业管理（中国）有限公司  
岛津（香港）有限公司

<http://www.shimadzu.com.cn>

用户服务热线电话：800-810-0439  
400-650-0439

免责声明：

\* 本资料未经许可不得擅自修改、转载、销售；  
\* 本资料中的所有信息仅供参考，不予任何保证。  
如有变动，恕不另行通知。

第一版发行日：2021 年 12 月

