

EDX 分析柔性线路板的镀层厚度

EDX-053

摘要: 电子电气产品正在往轻量化、小型化、可折叠、便携带等方向发展,例如 OLED 柔性显示屏技术、可折叠、可穿戴新型电子装备等等。柔性线路板体积小、重量轻、厚度薄,可弯曲的优点,可以满足 OLED 产品的特点要求,是关键支撑技术之一。柔性线路板上的金属镀层、连接线等的质量,会影响到使用性能。能量色散型 X 射线荧光分析仪可以检测柔性线路板的金属镀层厚度、镀层构成元素成分,具有分析速度快,分析灵敏度高的优点。

关键词: 柔性线路板 镀层厚度 能量色散型 X 射线荧光分析仪

柔性电路板是在柔性的绝缘基材上制成的印刷电路。柔性电路板可以承受自由弯曲、卷绕、折叠,具有体积小、重量轻、厚度薄的优点,很大程度地缩小了电子产品的体积和重量,适应了当前电子产品向高密度、小型化、高可靠方向发展的需要。柔性线路板的应用领域可划分为智能设备、可穿戴设备、汽车电子等行业。如 OLED 柔性显示屏技术,拥有更薄的厚度(小于 1 mm)、更轻的质量、更好的抗震性、屏幕可以弯曲等优点,当前正在迅速发展当中。柔性线路板是 OLED 的关键技术之一, OLED 显示技术离不开柔性电路板的支持。

柔性线路板有单面板和双面板,线路板也有单层镀层、多层镀层等结构。柔性线路板多在 PI(聚酰亚胺)、

PET(聚对苯二甲酸乙二醇酯)等基材上覆加薄层金属构成镀层,镀层有单一纯金属、合金等构成。

镀层的厚度影响到柔性线路板的使用性能、可焊接性、耐腐蚀性、耐磨性、焊接结合力、制造成本等。生产过程需要对柔性线路板的镀层厚度进行质量控制,镀层厚度的检测需要使用到 X 射线荧光光谱仪等设备,本文利用岛津 EDX-LE Plus 对柔性线路板样品进行了分析,这些柔性线路板具有多层镀层结构、镀层成分包含合金、镀层厚度极薄、外侧覆盖有机膜(PI/PET)的特点,这些都是分析的影响因素。实验结果显示,岛津 EDX-LE Plus 的无标 FP(基本参数)法,具有良好的分析灵敏度,可以满足柔性线路板厚度和成分的测试要求。

■ 实验部分

1.1 仪器

岛津 EDX-LE Plus 能量色散型 X 射线荧光分析仪。



图 1 EDX-LE Plus

1.2 分析条件

氛围: 大气
靶材: Rh
电压: 50 kV
DT: 30%

准直器: 10 mm
滤光片: None
电流: Auto
分析时间: 100 s

1.3 实验样品

实验样品参考图片见图 2。

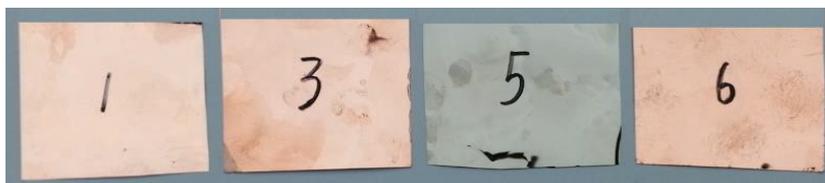


图 2 实验样品

镀层样品分为 4 类，样品 1 是以 PI 为基材的单侧镀层；样品 5 是以 PET 为基材的单侧镀层；样品 3 是以 PET 为基材的双侧镀层；样品 6 是以 PET 为基材，单侧包含重叠元素的双侧镀层。不同类型样品的镀层结构示意图见图 3。



图 3 镀层样品结构

1.4 样品前处理

以 PI 或 PET 为基材，镀层覆盖在基材上面。实验样品 1、5 为单侧镀层的样品，单侧镀层样品表面清洁可以直接测试。实验样品 3、6 为以 PET 为基材的双侧镀层样品，样品在 PET 两侧的镀层结构是相同的。双面镀层样品需要使用王水清除一侧镀层，变为单侧镀层样品后测试。样品 3 使用王水清除一侧的镀层，变成单侧镀层样品，图 4 为样品 3 的处理过程示意图。



图 4 样品 3 处理示意图

样品 6 单侧镀层的不同层级中重叠包含有 Cu 元素，样品需要将双侧的最外层铜镀层剥离处理，再使用王水清除一侧余下的镀层，变成单侧镀层样品。为保证单侧镀层清除彻底，实验过程中添加了对照样品，将对照样品的双侧镀层完成清除，然后在 EDX-LE Plus 上检测双侧镀层完成清除的样品，检测不到镀层元素的谱图信号，说明镀层已完成彻底清除。图 5 为样品 6 的处理过程示意图。

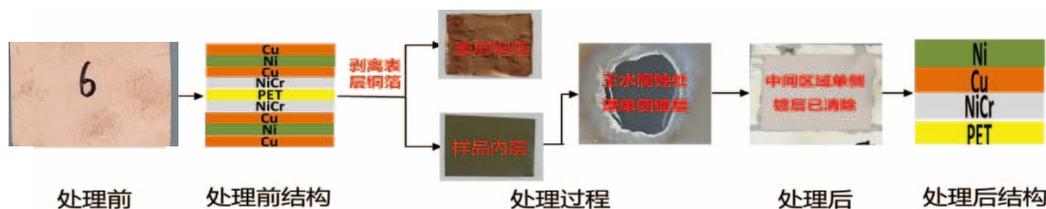


图 5 样品 6 处理示意图

■ 结果与讨论

2.1 分析结果

根据柔性线路板的镀层结构，建立合适的 FP 法镀层分析条件。使用无标样 FP 法分析柔性线路板样品的单侧镀层的厚度，样品 6 的外层铜箔也单独进行了分析。样品 6 不同镀层中包含有 Ni 元素，在 Layer2 层对 Ni 元素含量根据已知信息固定为 80%。以下表 1 为分析结果，显示了镀层的厚度，镀层元素的组成，其中的 Layer1 层的有机膜物质和成分为已知信息，不是 EDX 测试所得。

表 1 柔性线路板镀层分析结果

镀层	测试项目	Sample1	Sample3	Sample5	Sample6
Layer1 (已知)	膜厚, um	25	125	50	188
	物质成分, %	PI: 100	PET: 100	PET: 100	PET: 100
Layer2	膜厚, nm	6.8	11.1	102.5	10.4
	元素成分, %	Ni: 83.9、Cr: 16.1	Ni: 82.5、Cr: 17.5	Ni: 80.3、Cr: 19.7	Ni: 80.0、Cr: 20.0
Layer3	膜厚, nm	2805.9	9871.2	49.4	149.4
	元素成分, %	Cu: 100	Cu: 100	Ti: 100	Cu: 100
Layer4	膜厚, nm	—	—	—	83.4
	元素成分, %	—	—	—	Ni: 100
Layer5	膜厚, nm	—	—	—	7521.8
	元素成分, %	—	—	—	Cu: 100

注释：表中“—”表示未检测。

2.2 结果讨论

柔性线路板具有多镀层、外层为有机膜、包含合金镀层、镀层极薄、双侧镀层的特点。从表 1 测试结果中可以看到，样品 1 中第二层为 NiCr 合金层，分析结果仅为 6.8 nm 左右，谱图中显示 Ni、Cr 元素的谱峰非常明显，说明仪器具有很好的检测灵敏度。EDX 可以分析镀层合金的成分，使用有值样品校正分析元素时，可以提高镀层厚度及构成元素成分分析结果的准确度。外层有机膜对内层镀层的影响，EDX 分析软件可以计算补偿这种影响。

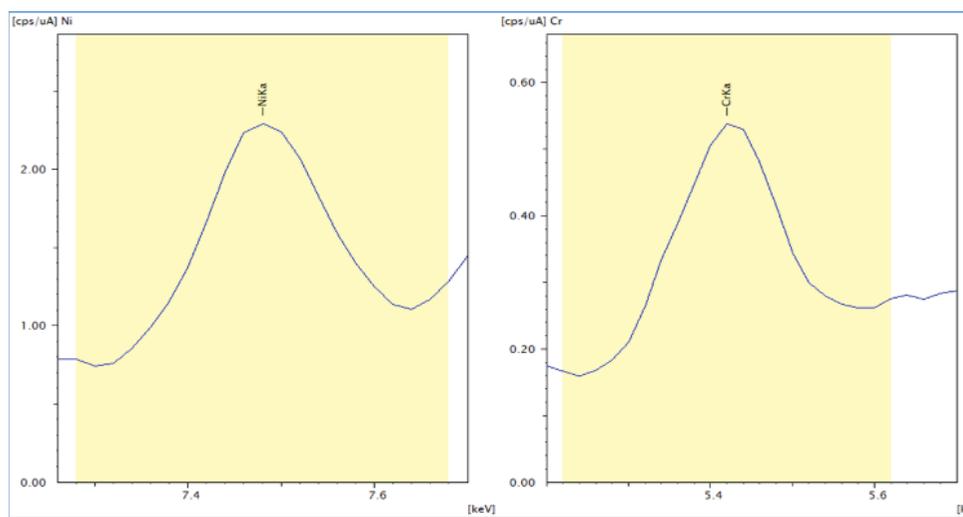


图 6 样品 1 NiCr 镀层测试谱图

■ 结论

利用岛津能量色散型 X 射线荧光光谱仪 EDX-LE Plus，可以应对柔性线路板多镀层、外层为有机膜、包含合金镀层、镀层极薄的分析。具有分析速度快、灵敏度高、分析过程无损、无环境污染负担，分析过程简单的优点，适用于线路板镀层的质量检测。

岛津应用云

