使用 iEDX150WT 应对 IPC4553 浸银镀层测试应用方案



一、引荐

印制电路板在生产过程中最重要的指标是能在铜表面上形成一个长期稳定，厚度均匀的镀层。镀层首要目的是防止电路板中的铜接触空气后发生氧化，其次是提供一个可焊的表面，适合所有的表面贴装和通孔组装，并且有适当的保存期限。

印制电路板表面处理由单层或多层金属镀层构成，单个镀层如：浸锡，浸银；多个镀层如：镍金，镍钯金。每种镀层结构均具有其自身的特殊性及工艺的复杂性，表现在镀层的稳定性，使用成本和寿命等各方面的优缺点。

IPC发布的IPC-4553A印制板浸银规范（以下简称规范），旨在帮助印制板制造商在PCB生产过程中改进工艺环节，提升产品可靠性。在规范中，IPC详细的描述每种类型的金属镀层表面适合的厚度，包括如何使用XRF分析仪准确测量厚度，且包含应满足XRF分析仪准确测量所需的条件。

二、IPC-4553A印制板浸银要求

测试项目	测试方法	一级	二级	三级
总则				
外观	外观	镀层平整且完全覆盖被镀覆表面		
浸银厚度	XRF分析法	最小浸银厚度0.12μm，最大浸银厚度0.4μm，且标准偏差与过程平均值在4σ内，以上测试在面积2.25mm^{2}或者1.5mm*1.5mm的焊盘上进行。		
疏孔性	不适用	不适用		
物理性能				
附着力	IPC-TM-650	没有镀层剥离的迹象		
可焊性	J-STD-003	满足三类产品耐久性的可焊性要求-板很可能需要贮存长时间（超过六个月）。如果贮存是为了满足该性能级别要求，则储存和包装材料是至关重要的。		
化学性能				
耐化学性	不适用	不适用		
电学性能				
高频信号损失		适用	适用	适用

接触电阻		适用	适用	适用
环境性能				
SIR	IPC-TM-650/GR78-Core	1.0E+08ohms/1.0E+10ohms		
清洁度	IPC-TM-650/GR78-Core	最大1.56μg/cm2 最大1.0μg/cm2		
电化学腐蚀	IPC-TM-650	从最初阻抗值计算阻抗值下降不得超过一个数量级（10^1次方）并且没有明显的腐蚀迹象。		

摘自IPC-4553A印制板浸银规范表3-1浸银要求

三、浸银厚度

IPC-4553A印制板浸银规范中提到，浸银厚度范围在0.12-0.4μm（5-16μin），典型值在0.2-0.3μm（8-12μin）。焊盘测试面积为1.5mm*1.5mm，测量值偏差在4σ内，XRF准直器不得超过最小边长的30%。

对于薄银沉积层，在测试面积为1.5mm*1.5mm的焊盘上，XRF准直器不得超过最小变成的30%，厚度要求为≥0.05μm（2μin)，典型值为0.07μm（2.8μin），测量值偏差在2σ内。

四、消除外界干扰，让测量水到渠成

当使用XRF系统在测量浸银镀层厚度时，下面列出了潜在的误差来源:

1. 因为信号强度非常低，导致测量精度下降。另外，仪器对银的“K”系列X射线侦测不适合，因为金属厚度变化引起的信号变化很小。结果是厚度测量不精确，及对较小的镀层厚度变化不敏感。重复性和再现性的研究显示，不准确性达到50%或者更高。
2. 源于环氧树脂板材料的高能量X射线散射，这个散射光将在浸银的光谱区域产生过多的背景噪声，进一步的降低了测量的精确性。这个背景噪声强度同样也随基材铜厚度的变化而变化。浸银在相同数量级的背景散射的荧光强度下，其铜厚的变化将导致10%-50%的测量误差。

五、善时呈现优质的解决方案满足规范

1. 采用L系列X射线具有三个优点，可以改善测量的准确性和精确性：

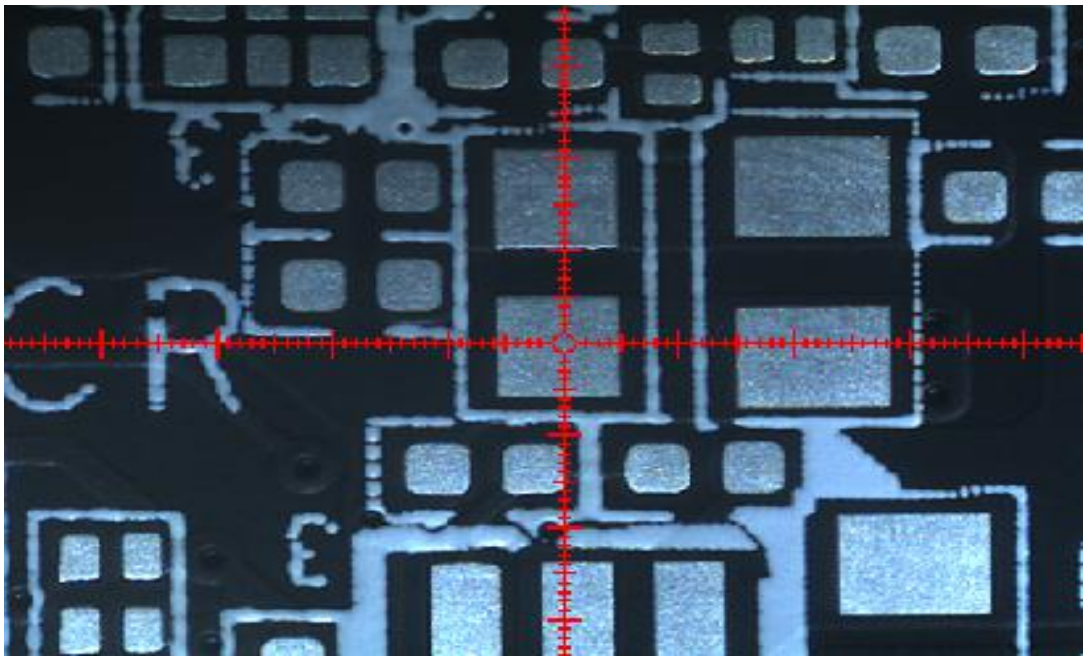
1) 在正常的厚度范围内，L系列X射线可以产生比K系列更高的荧光强度，更高强度自然提高了测量的准确性。
2) 对于浸银，L系列X射线能量比K系列的能量低很多，因此最大测量范围显著降低了。由于缩小了比例，随着厚度变化，L线的荧光相对于K系列的荧光强度有了显著的增加。
3) 由于L系列属于X射线光谱的低能量部分，从板子材料环氧树脂中的低能量散射不能穿透铜层，进而不会干扰到探测器。因此，这个光谱附近的背景噪声强度相比高能量光谱部分是相当低的。显著的提高了信噪比，从而提高的测量的准确性。

2. 通过采用背景补偿软件试图去模仿样本基材带来的背景噪声。
3. 使用SDD探测器可以进一步改善信噪比和测量精度。凭借其超高的分辨率和与样品更接近的的距离，浸银的“L”系列低能量荧光辐射比较比例计数器（PC）更灵敏。这种测量配置解决方案优势体现在能够测量较大的样品区域（焊盘大于30mil^{2}或者线路宽度大于20mil）。
4. 被认证过的标准片（使用假定的密度值）和浸镀层之间的密度差异会影响厚度测量的计算。这种不同可能是由沉积层晶体结构的差异或孔隙度的变化导致的。在这种情况下，如果不使用密度校正补偿，XRF厚度测量结果将会和使用其他技术的测量结果存在差异。针对这个问题，善时仪器会根据客户需求，提供密度补偿服务。即可通过切片方式直接获取镀层真实数据，用以修正误差。

由于X射线荧光分析仪在硬件配置上不同，上述因素对测量结果真实性相互之间差异较大。通常来说，X射线源和探测器选择上的不同，所测量的结果也不同。

使用善时仪器旗下的X射线荧光镀层厚度分析仪，型号：iEDX-150WT，对印制板的浸镍/金厚度进行测量，测量时间分别为5、15、30、60秒，测试次数为

30次。iEDX-150WT镀层测厚仪使用钼靶X-Ray源，SDD探测器，分辨率为125±5eV。配合使用0.3mm准直器时，测量稳定性与准确性小于5%。因为其高分辨率的特性，iEDX-150WT不需要额外的滤波器去除干扰，测量结果更接近于真实值。与同类型产品相比，iEDX-150WT使用时无需预热与能量校准，即开即测。



测量数据

镀层银 Ag 厚度μm				
测量时间（s）	5	15	30	60
1	0.267	0.263	0.275	0.269
2	0.265	0.283	0.276	0.284
3	0.267	0.283	0.281	0.283
4	0.269	0.282	0.275	0.281
5	0.271	0.281	0.281	0.278
6	0.272	0.291	0.278	0.284
7	0.287	0.288	0.284	0.287
8	0.271	0.271	0.275	0.281
9	0.291	0.282	0.280	0.281
10	0.274	0.278	0.282	0.282
11	0.275	0.282	0.279	0.285
12	0.273	0.272	0.271	0.285
13	0.282	0.287	0.278	0.282
14	0.292	0.274	0.283	0.280
15	0.291	0.287	0.276	0.289
16	0.289	0.281	0.285	0.283
17	0.285	0.280	0.275	0.282
18	0.283	0.283	0.279	0.280

19	0.282	0.283	0.280	0.283
20	0.279	0.293	0.273	0.283
21	0.277	0.276	0.286	0.288
22	0.268	0.289	0.284	0.284
23	0.288	0.283	0.285	0.283
24	0.279	0.279	0.285	0.285
25	0.272	0.278	0.284	0.281
26	0.288	0.284	0.282	0.284
27	0.288	0.288	0.284	0.281
28	0.295	0.284	0.286	0.283
29	0.273	0.286	0.283	0.274
30	0.279	0.283	0.278	0.280
平均值	0.279	0.282	0.280	0.282
标准偏差	0.009	0.006	0.004	0.004
CV%	3.204%	2.254%	1.539%	1.371%
最大值	0.295	0.293	0.286	0.289
最小值	0.265	0.263	0.271	0.269
范围	0.030	0.030	0.015	0.020

附注：暂未提供镀层银的标称值

根据测量的数据以及计算的结果我们可以得出：在使用SDD探测器，从选择不同测量时间角度分析，选择测量时间为60s时，重复性最高，标准偏差最小。但在实际测量中，过长的测量时间不仅减少X射线管的寿命，而且检测工作效率低。因此，在实际应用过程中，结合自身工艺条件和测量要求，选择对应的测量时间。

六、善时仪器

深圳市善时仪器有限公司是一家集仪器研发、制造，系统集成于一体，为矿山、环保、化工、印制电路板、金属加工、机械与电子制造等行业提供全方位原料成分检测解决方案的高新技术企业。公司高水平检测技术，软件技术为主的发展方向，相继推出了二十余种X荧光分析仪检测设备和扫描电子显微镜设备，覆盖政府安全，土壤环境检测，食品药品安全等领域对成分检测的需求。为企业降低成本、耗材，提高产品质量，增强企业核心竞争力做出了杰出贡献。近年来，善时仪器运用物联网，大数据，移动互联等新兴技术，结合善时仪器多年积累的

仪器应用经验，为省级以上实验室自动化改造提供了智能化的解决方案，推动行业产品技术转型升级，为国民经济快速增长，发挥出越来越重要的影响。