

热分析仪器在检测覆铜板材料热性能指标中的应用

TA-012

摘要：本文参考线路板品质测试的标准方法 IPC-TM-650，对印刷线路板 PCB 的基材覆铜板 CCL 进行了玻璃化转变温度 T_g 、热裂解温度 T_d 和热膨胀系数 CTE 等热性能的测试，实验表明，测试结果都在典型值允许范围内。岛津的热分析仪器 DSC、TGA 和 TMA 在进行 T_g 、 T_d 和 CTE 分析时具有方便、快捷、稳定性好等优势，完全满足对覆铜板材料的测定要求。

关键词：覆铜板 CCL T_g T_d CTE

覆铜板 (Copper Clad Laminate)，是由木浆纸或玻纤布等作为增强材料，浸以树脂，单面或双面覆以铜箔，经热压而成的一种产品。它是制作印制电路板的基材，广泛的应用与电子电器产品中。随着电子产品向轻、薄、短、小和数字化方向发展，印制电路板向精细图像、高密度、高多层方向发展。CCL 厂家日益关注基材的耐热特性，这些耐热性是通过热分析手段进行检测的。热分析即是在程序控制温度下 (包括线性升温 / 降温、恒温、

循环或非线性升降温)，测量试样的物理性质与温度之间关系的一种技术。

本文参考线路板品质测试的标准方法 IPC-TM-650，结合实际情况，围绕 CCL 基材的几种热分析技术指标进行阐述，介绍了岛津热分析仪器在 CCL 行业中的应用，如玻璃化转变温度 T_g 、热裂解温度 T_d 、热膨胀系数 Z-CET。

■ 材料和方法

1.1 实验部分

岛津 DSC-60，TGA-50，TMA-60H

1.2 样品

某品牌厚 1.6 mm、铜厚 34.3 μm /34.3 μm 的双面无铜光板，R12150

■ CCL 基材的几种热分析项目

2.1 玻璃化转变温度 T_g (Glass transition temperature)

印制板当温度升高到某一区域时，基板由“玻璃态”转变为“橡胶态”时的温度即为该板材的玻璃化转变温度 (T_g)。一般而言， $T_g \geq 130^\circ\text{C}$ 为 Normal 板材、 $T_g \geq 150^\circ\text{C}$ 为 Mid T_g 板材、 $T_g \geq 170^\circ\text{C}$ 为 High T_g 板材。

T_g 主要有两种测试方式：差示扫描量热仪 (DSC) 和热机械分析 (TMA)。DSC 测量的是相变过程中的热容量变化，反应的是变化过程中的热效应；TMA 测试的是其热膨胀系数的变化，反应的是热膨胀效应。两者在测试过程中会出现 5 ~ 10 $^\circ\text{C}$ 的差异。一般情况下，较容易观察到热效应的材料如环氧树脂采用 DSC 测试，而吸热效应不明显或热变化范围较大的适合使用 TMA 测试其 T_g 点，如陶瓷材料。

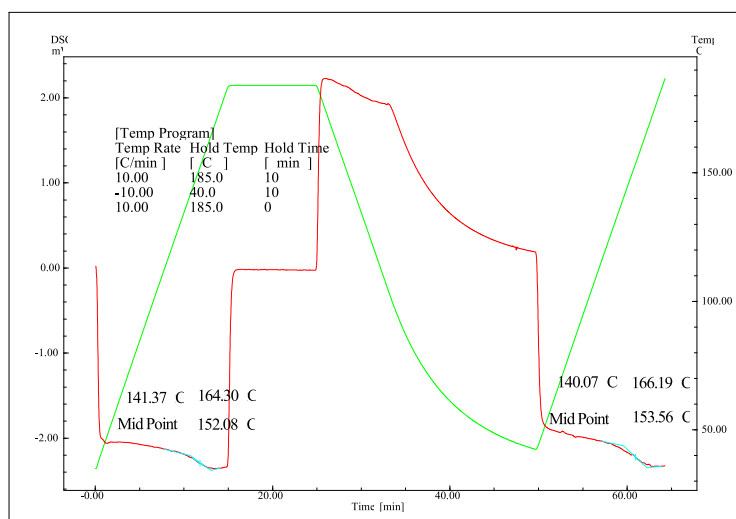


图1 R12150的DSC Tg测试谱图

通过 DSC 检测 CCL 基材的 $T_g / \Delta T_g$ 通常作为评价多层板是否固化恰当的重要手段。当 $\Delta T_g \leq 3^\circ\text{C}$ 时，可认为基本固化完全。但是由于板材在放置及运输过程中的老化，通常会使基材为达到热焓平衡状态所需吸收的热量越多，从而影响测试。由于物理老化现象是一种可逆过程，样品加热到 T_g 以上，先前的物理老化现象即可去除。

由图 1 可知，R12150 的 $T_g / \Delta T_g$ 测试结果如下表：

表1 R12150的 $T_g/\Delta T_g$

样品名称	$T_{g1}/^\circ\text{C}$	$T_{g2}/^\circ\text{C}$	$ T_{g1}-T_{g2} /^\circ\text{C}$
典型值	155 ± 5	155 ± 5	≤ 3
R12150	152.08	153.56	1.48

2.2 热裂解温度 T_d (Thermal decomposition temperature)

热裂解温度是化学变化。分子中的化学键在外加能量下断裂，让温度升高到一定程度后，材料裂解成水蒸气或其他小分子物质，从而引起质量变化。利用热重分析仪器 (TGA, Thermo-Gravimetric Analysis) 测量 T_d 。一般定义基材失重 5% 时对应的温度为 T_d 点。一般情况下，多官能的树脂裂解温度在 300°C 左右，但现在的产品在多官能的树脂体系中加入基于溴的阻燃剂或减少溴含量以控制 T_d 点。

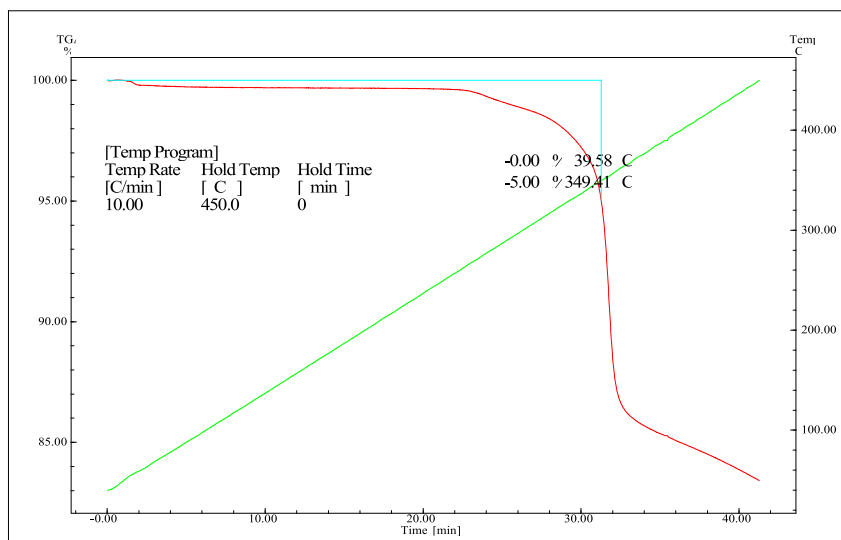


图2 R12150的TGA T_d 测试谱图

由图 2 可知，基材失重 5% 时对应的温度为 349.4°C ，即基材的 T_d 点为 349.4°C 。

2.3 Z轴热膨胀系数 Z-CTE (Z-axis coefficient of thermal expansion)

Z轴CTE通常采用TMA(Thermal Mechanical Analysis,热机械分析法)进行测量,其中板材T_g点以下的热膨胀系数记为α₁-CTE,以上的热膨胀系数记为α₂-CTE。目前,α₁-CTE的上限为90*10⁻⁶/K,而α₂-CTE的上限为350*10⁻⁶/K,鉴于CTE对多层板性能影响的大小程度,α₂-CTE以及50~260℃间的整体CTE更受重视。从根本原因上看,CCL多层板层板间之所以发生爆板、分层、开裂,究其原因,就是板的内应力大于板的结构强度。

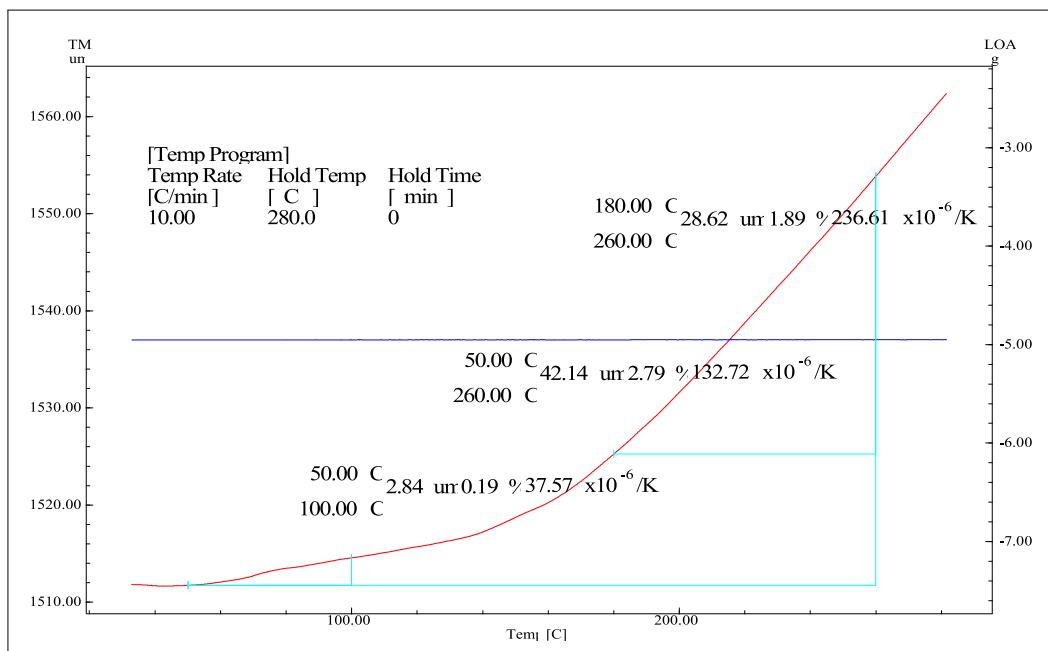


图3 R12150的TMA CTE测试谱图

由图3可知,该样品的测试结果如下表:

表2 R12150的各个温度段CTE测试结果

样品名称	CTE1 (50-100C) *10 ⁻⁶ /K	CTE2 (180-260C) *10 ⁻⁶ /K	CTE (50-260C)/%
典型值	40	245	3.2
R12150	37.57	236.61	2.79

结论

本文参考线路板品质测试的标准方法IPC-TM-650,对某品牌的一种印刷线路板PCB的基材覆铜板CCL进行了玻璃化转变温度T_g、热裂解温度T_d和热膨胀系数CTE等热性能的测试,实验结果表明,测试结果都在典型值允许范围内。岛津的热分析仪器DSC、TGA和TMA在进行T_g、T_d和CTE分析时具有方便、快捷、稳定性好等优势,可完全满足对覆铜板材料的测定要求。