



## TMA在PCB业界的应用

所谓 TMA( Thermal Mechanical Analysis)热机械分析就是测量样品在一定的程序温度和气氛下的几何尺寸的变化。具体在和电子工业界就是测量 PCB 和电子灌封件在工艺加工过程中和最终产品的尺寸稳定性。TMA 技术目前在 PCB 业界的应用非常广泛，它可以用于层压板生产的各个阶段，以确定及改进工艺条件，以确保最佳使用性能。它的具体指标测定如下：

### 1. 热膨胀系数的测定

膨胀系数是印刷线路板的尺寸稳定性的一个重要参数，在线路板的通常的使用温度范围内，其组成的各层应具有相同的尺寸变化率，否则可能造成变形、裂开或脱层等不良现象。现举例说明:图 1 是某一型号的 FR4 板的 TMA 扫描曲线。实验条件如下，温度范围：室温~200℃，升温速率：10℃/min，静态负载：N=0.05N。

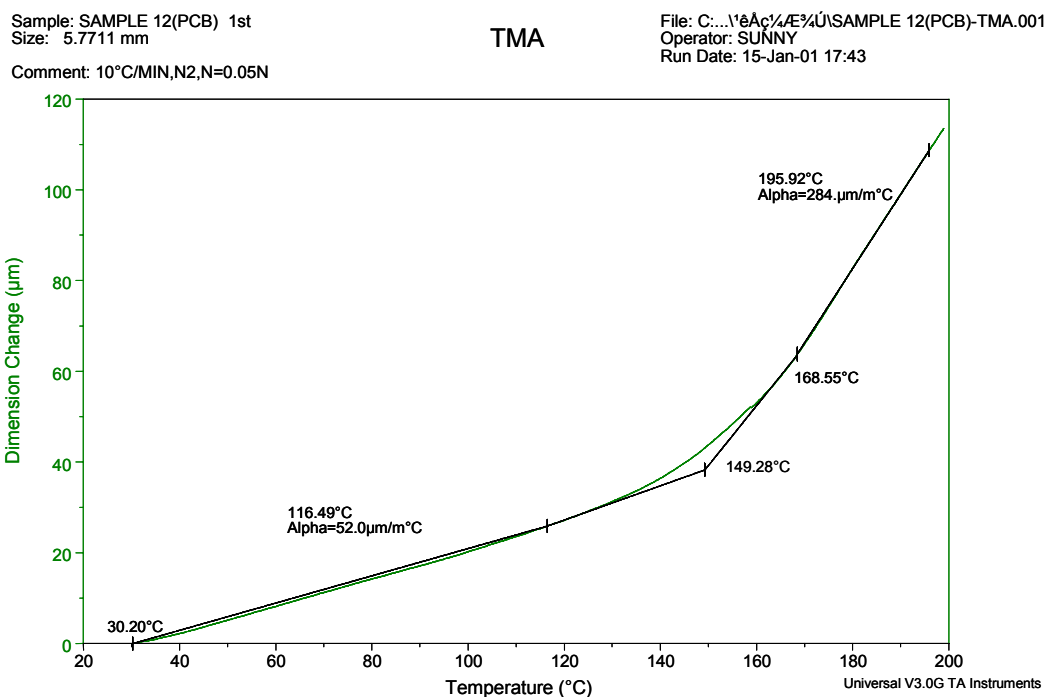


图 1

Alpha 1 – 玻璃转移温度之前的尺寸变化率-线膨胀系数： $\alpha=52.0 / ^\circ\text{C}$

Alpha 2 – 玻璃转移温度之后的尺寸变化率-线膨胀系数： $\alpha=284.0 / ^\circ\text{C}$

### 2. 玻璃化转变温度(Tg)的测定

由 FR4 板的线膨胀系数的剧烈转折点就可以确定 PCB 板的玻璃化转变温度，在图 1 中就是 149.28℃。玻璃化转变温度实际上是判断 PCB 板中树脂部分固化和完全固化的一个重要技术指标。

### 3. PCB 的树脂与铜箔间的暴板时间或暴板温度

PCB 尺寸稳定性的另一个重要参数是抗玻璃强度，实验方法是在 TMA 中将层压板升至某



一温度，通常是，保持恒温，测量板材从开始恒温到剥离的时间，也称暴板时间，一般合格为 5 分钟以上。图 2 和图 3 分别是两种不同型号层压板在 260℃下的测试。

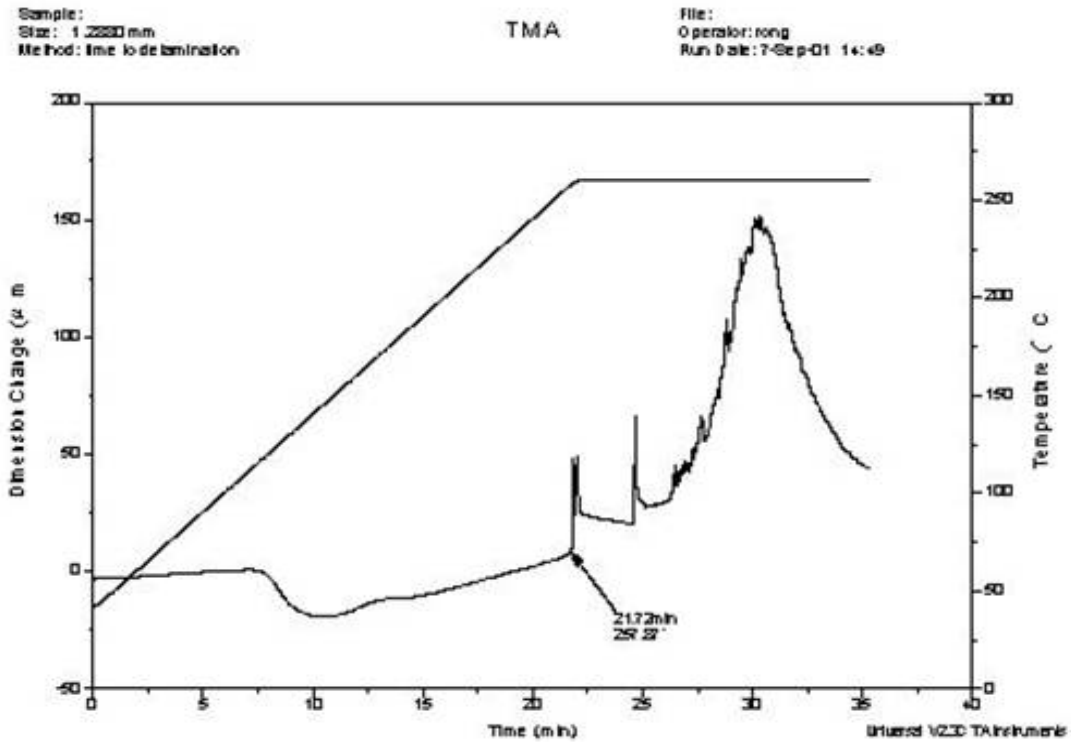


图 2

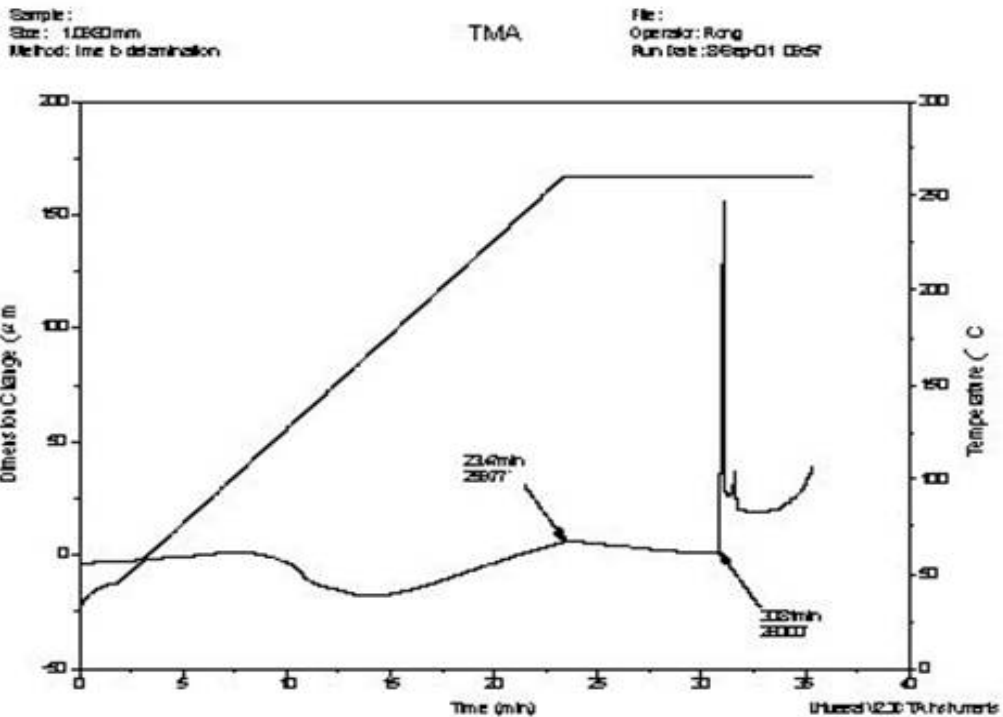


图 3

由此两图可明显看出图 3 中的样品在 260℃的稳定时间要大于图 2 中的样品，这说明图 3



中样品的抗玻璃强度大，暴板时间长。暴板时间的测定实际上是判断 PCB 板材高温尺寸稳定性的一种必测的质量控制参数。

#### 4. 用 TMA 测量凝胶时间

影响 PCB 热压工艺的重要因素之一是凝胶时间，了解预浸物的凝胶过程和固化对于工艺设计和质量控制至关重要的。以前传统的凝胶时间测量方法是：将预浸物样品研磨成细的粉末，然后经滤网滤过其中的玻璃成分，残留的树脂置于已预热的平板上并用钢棒搅拌，直至树脂黏结在钢棒上。从树脂受热至开始变粘的时间为凝胶时间。这是一种十分粗糙的原始测量方法，受操作者主观因素的影响过大，实验结果重复性很差。但是如果凝胶时间选择不当，将直接影响热压工艺，从而影响产品的最终性能。

利用 TMA 仪器所属的平行板流变设备，就可对凝胶时间作出客观、精确、重复性高的测定，TMA 可按实际工艺条件来设定实验，测量材料的黏度变化，凝胶时间定义为树脂受热软化至开始凝胶硬化的时间。

#### TMA: Parallel Plate Rheometer Cage & Plates

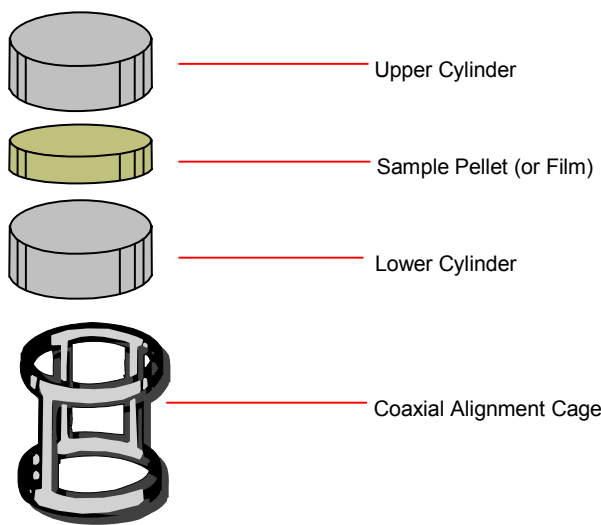


图 4

图 4 为 TMA 的平行流变仪夹具。

图 5 为一环氧预浸物的凝胶时间测定，由图看出：试样从室温开始升温，样品略有膨胀，大约六分钟后树脂开始软化，曲线下降，继续约 8 分钟，曲线逐渐成平台，表示开始凝胶。TMA 可以方便而准确地计算出凝胶时间，且图中曲线的转折点为最大流动速率的温度。

#### 5. 工艺评估