

# 锡须现象与分析

## 为什么要管控锡须

由于环保要求，全球开始进行产品无铅化的制程，而无铅化的实施对现有产品的品质与可靠性会产生重大影响，其中最重要的一个问题就是锡须生长问题。

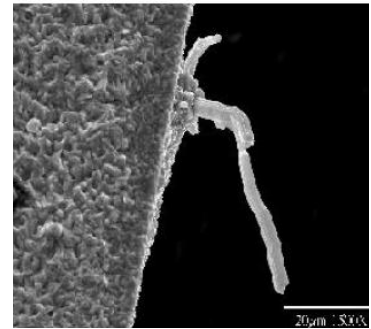
锡须的概念很早的时候就有提出，不过之前的元件电镀Sn-Pb,并没有锡须的问题产生。但从元件电镀Sn-Pd转换成Sn、Sn-Bi或Sn-Cu后就衍生出锡须问题。锡须在室温下就会生长，过长的锡须会造成线路短路，导致产品功能失效。

如何有效的解决这个问题呢？唯有了解锡须的成长机制，才能提出有效的改善措施。

## 锡须的定义

为了进行检测，有必要确定晶须的定义：一种自发产生的、有很少分支的柱形或圆柱形细丝，是从电镀产品表面产生的单晶体。具有如下特征：

- (1) 锡晶须的纵横比(长/宽) > 2;
- (2) 能够弯曲旋绕;
- (3) 具有一致的横截面形状;
- (4) 在晶须周围有条纹状或者环状。



## 锡须产生的原理

锡须生长简单来说就是一种应力释放的现象。

就现在的研究结果来看，应力的形式简单可以分为三种应力类型：机械应力、热应力、化学应力；

其中化学应力是造成锡须自发性生长最重要的原因。

### 1. 机械应力

机械应力的产生通常是外来的，尤其是压缩性的机械应力，更容易加速锡须的生长。

例如连接器与软性印刷电路板FPC连接时，大部分都是以连接器夹持FPC 引脚的方式，此时软性印刷电路板FPC上的金属引脚即会收到来自连接器内金属端子的夹持压力。很容易出现软性印刷电路板上金属pin受压力的边缘处锡须生长的现象。

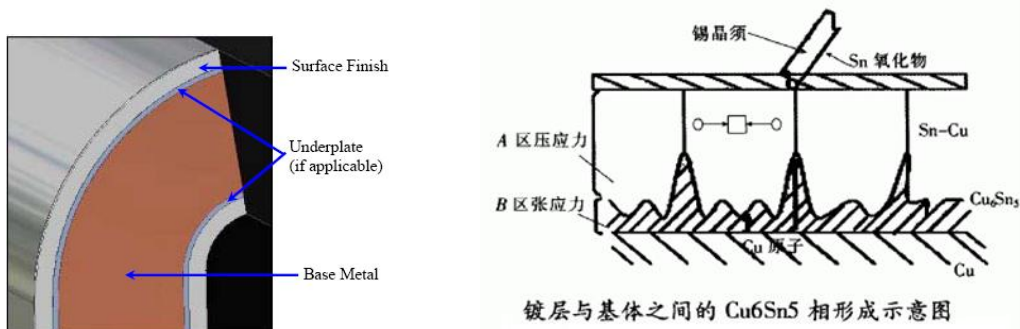
### 2. 热应力

热应力指产品遭受高、低温度变化时，相结合的两材料因膨胀系数的不同所产生的压缩或拉张力。

Sn的膨胀系数比Cu高，因此制程中经常有回流焊后回到室温时，Sn镀层实际是承受Cu底材牵制产生的拉张力，但仍可发现锡须的发生。其原因可能是化学应力之自发性锡须成长应力远大于热应力，及镀层中任何不均匀性造成的局部性压缩应力。

### 3. 化学应力

以现今最常见的Cu底材金属脚为例，化学应力的主要来源，就是Sn和Cu产生介面金属合金IMC的反应。一般情况，室温下Cu原子便会自然地扩散进入Sn产生Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>介面金属合金IMC，此介于Sn和Cu之间Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>介面金属合金IMC将形成一股推力，由底部把Sn和Cu产生介金属的反应于室温就可以进行，所以此产生介面金属的反应将不断地发生，也就不不断地提供化学应力，迫使Sn层收到推挤的应力。此时，若Sn表面有氧化层，便可以阻挡Sn向外延伸的空间，但一旦氧化层有出现裂纹时，Sn便会从缝隙中被推挤而形成锡须。



### 锡须观察的试验方法比较

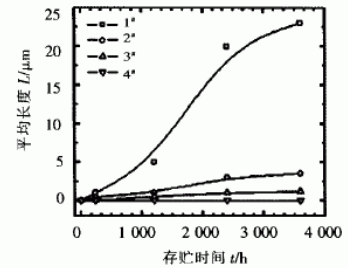
常见的锡须试验方法是通过环境试验进行加速模拟，目前做得最多的方法有以下几种：

1. 高温高湿时的锡须生长曲线
2. 冷热冲击时的锡须生长曲线
3. 室温时的锡须生长曲线
4. 施加纵向压力时的锡须生长曲线

从右图曲线可以看出，高温高湿是最理想的试验项目，其次是冷热冲击模拟测试。

高温高湿，锡须生长为何较快，而冷热冲击速度较慢？主要有以下几个方面的原因：

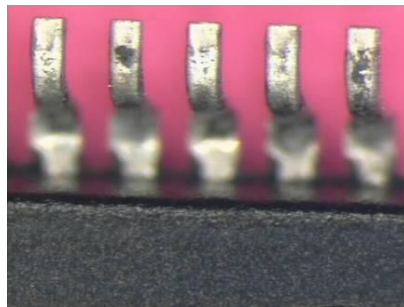
- a. 高温高湿试验在长时间试验过程中，迫使待测物发生化学反应。湿气的长时间滞留在待测物上，产生电离，还有灰尘起到导电作用，参考右图（表面不平整，有腐蚀作用，氧化层遭到破坏。
- b. 急速的温变速率并不像想象那样，锡须疯狂的生长。这说明物理特性（热胀冷缩）对锡须生长影响较小，而85度的温度有可能起到锡须生长抑制作用；
- c. 从a与b可以看出，锡须生长跟氧化层的破坏有着极大的关系。



锡须的平均长度随热处理时间的变化

### 锡须的建议解决方法

1. 镀层工艺的改进。在Cu上镀镍，镍上镀钯，钯上镀金，主要在形成Cu扩散的障碍层，避免Cu直接和Sn经化学反应生成Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>界面金属合金IMC，产生应力。
2. 镀较厚的Sn层，厚度约8-12um。这样，表面的Sn面收到下方因Sn、Cu反应传送而来的应力相对会变小。应力一变小，相对的Sn表面就比较不容易长锡须。
3. 电镀前后进行退火热处理。一般退火处理条件可以是150摄氏度/1~2小时，退火的目的及效果是消除加工应力，总IMC厚度变均匀，防止再结晶或晶粒长大。
4. 镀雾面锡。雾面锡表面有较大的晶粒(~5um)(亮锡晶粒~0.2um)，而锡须直径一般与表面晶粒相近，故虽然镀雾面锡可能无法阻止锡须成长，但锡须不会很长，也比较不容易造成产品的短路失效。



### 敬请垂询

上海  
Tel: 021-31073110

深圳  
Tel: 0755-33683695

技术支持中心  
E-mail: [reliability@cti-cert.com](mailto:reliability@cti-cert.com)

微信二维码



微博二维码



### 声明

©2016 CTI, 版权所有。本刊所有内容，除注明同意授权CTI使用的第三方内容外，版权均属CTI所有。非经或者满足任何特定标CTI事先书面授权，禁止引用或引证本刊内的任何信息。对本刊内容或外观的任何未经授权之变更、伪造、篡改均属非法，违反者将追究其法律责任。本刊仅限参考使用，并不取代任何法律规定或适用规章；仅为CTI就所涉专题提供的技术性信息，而非对此类专题的详尽表述。所述信息均按原样提供，CTI不承担该等信息准确无误或满足任何特定标准。