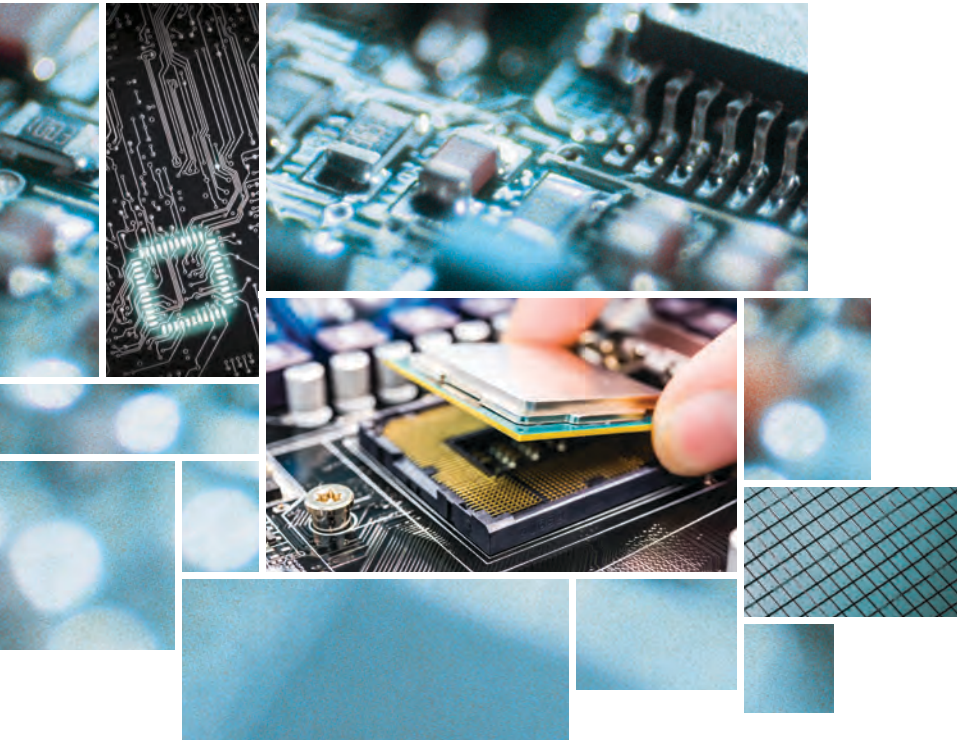


表面贴装问题排解手册



常见的表面贴装问题解答

表面贴装问题排解

在此问题排解手册的帮助下，您可以学习常见表面贴装技术问题的解决方法。使用一段时间后，您会发现此手册将成为您以及公司里负责表面贴装生产线同事的重要帮手。

本手册提供了因工艺缺陷而造成的常见表面贴装问题的修正建议。下列步骤有助你辨识可能导致问题的根本原因和解决办法。如果您的问题仍然没有得到解决，请联系爱法组装材料的营业代表，他们将为您提供进一步的协助。

目录

桥连 3

无润湿空焊 7

填充不足 10

焊料不足 11

随机焊球 12

焊膏干燥/粘附在刮刀上 13

焊料飞溅 14

片式元件间锡珠 15

立碑 17

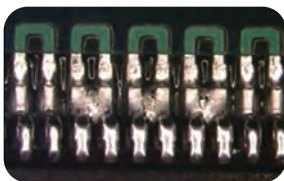
空洞 18

BGA 双球 20

粒状焊点 22

桥连

定义：焊料连接，大多数情况下为两块或更多相邻焊盘的错误链接，从而形成导电通路。



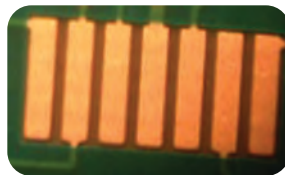
可能原因：线路板

描述

表面贴装元件焊盘的共面性问题会导致在印刷机设置过程中造成不良的密封问题。

建议

强烈建议去除相邻焊盘之间的阻焊层，特别是密间距元件。



可能原因：网板

描述

下方沾有焊膏的脏污网板，会在接下来的印刷污染线路板，可能形成桥连。

建议

- 开孔设计
- 确保最小的印刷压力
- 提高擦拭频率
- 使用不同的网板化学清洗剂

网板张力

确保紧密的网板张力。若张力不足，将不可能对印刷一致性做出良好的设置。

开孔设计

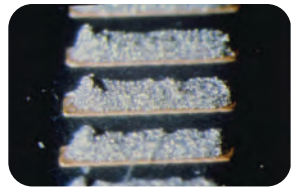
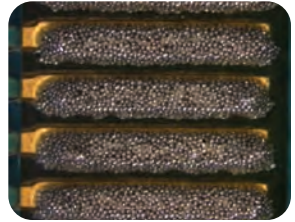
对于细密间距元件，强烈建议开孔应略小于焊盘尺寸，从而改善网板和线路板之间的密封性。



桥连 (续)

可能原因: 丝网印刷机

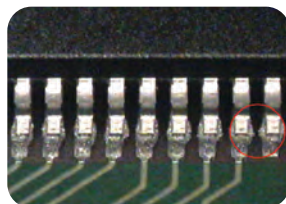
描述	建议
密封性不良: 印刷过程中, 焊料渗透到网板背面, 增加了锡膏桥连产生的机会。	<ul style="list-style-type: none">网板与线路板之间的零印刷空隙检查网板下面的焊膏污迹检查网板是否具有足够的张力
在熔化阶段, 错位印刷会使焊膏扩展到焊盘上, 增加了桥连发生的概率。	确保两次印刷动作的准确性和一致性。
网板清洗后, 在下一块线路板上出现污迹和桥连现象。	<ul style="list-style-type: none">网板清洗后, 在下次印刷确认已经完全干燥标准的清洗过程是湿润/真空/干燥
不良的印刷精度并有拉尖发生, 特别是精密间距元件。	<ul style="list-style-type: none">检查线路板支撑调整分离速度, 尽量减少拉尖 <p>注: 不同焊膏化学品对于减少拉尖所适用的分离速度要求有所不同。</p>
有凹痕的刮刀刀片可能会形成不均衡的印刷压力。	检查刮刀刀片情况。



桥连 (续)

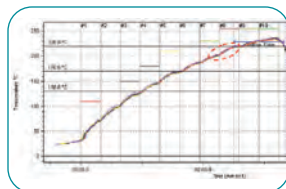
可能原因：元件放置

描述	建议
放置位置不准确会减少焊盘之间的间距，提高桥连形成的机会	<ul style="list-style-type: none">• 验证元件放置压力• 使用X射线验证BGA的放置• 对于QFP原件封装，使用显微镜
过大的元件放置压力会挤压焊盘上的焊膏	<ul style="list-style-type: none">• 确认元件的实际高度，与输入到机器中的数据进行比较• 元件放置高度应为焊料高度的$\pm 1/3$



可能原因：回流曲线

描述	建议
恒温时间过长会让焊膏吸收过多的热量，并导致焊膏的热塌陷。	<ul style="list-style-type: none">• 如果可以，使用直线升温到峰值而不经历恒温区间。• 切换到直线升温曲线后注意检查BGA空洞问题



桥连 (续)

可能原因：焊膏

描述	建议
焊膏干燥现象-不规则的印刷形状和不稳定的印刷量。	<ul style="list-style-type: none">• 检查焊膏是否过期。• 操作温度应符合供应商的建议。检查印刷机内部温度。正常要求是25°C和50%的相对湿度。
焊膏泄漏到焊盘之外，可能与邻近焊盘形成连接。	<ul style="list-style-type: none">• 新旧焊膏不可混合使用• 操作温度应符合供应商的建议• 使用其他批次焊膏进行验证，以确定问题是否与焊膏批次有关• 按照IPC-TM-650 2.4.35方法进行冷/热塌陷测试



无润湿空焊

定义：无润湿空焊 (NWO) 缺陷，也被称为无润湿或焊料球脱离。是指在表面贴装技术 (SMT) 组装回流工艺期间，即使在电路板进入回流炉前焊盘上有焊膏，但是在回流后焊球和球栅阵列 (BGA) 上的焊膏与焊盘没有物理接触。传统检测技术可能无法检测到这些缺陷，会被定性为回流后焊盘没有润湿。

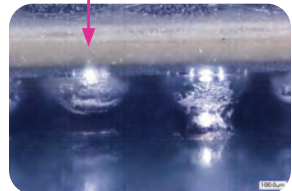
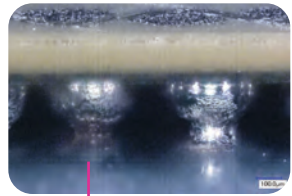
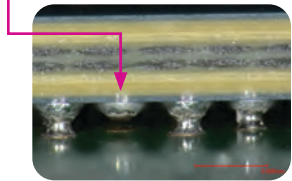
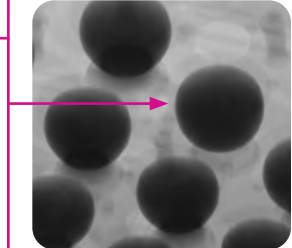
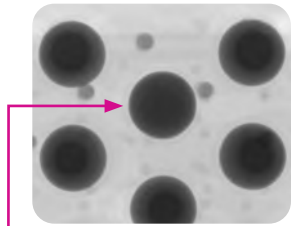
无润湿空焊缺陷

可能原因：线路板

描述	建议
电路板表面处理不良	采用更优质的金属表面处理，如抗高温OSP或ENIG

如果元件有非常高的翘曲特征，可能导致无润湿空焊缺陷。在回流时，焊膏会更倾向于粘附到焊球而不是焊盘上，特别是对于OSP涂层板。当元件翘曲并且和焊盘之间的间距足够大，以至焊膏从焊盘上脱离并在液相点温度以上时回流到焊球上，导致焊盘上没有留下任何焊膏。

对于温度敏感的元件，使用低温焊膏有助于避免无润湿空焊和其他缺陷。在高温可能造成失效的应用，低温焊接也是理想的选择。



组件清洗助焊剂前后图像

无润湿空焊(续)

可能原因：回流曲线

描述	建议
回流曲线	曲线优化

可能原因：网板

描述	建议
无润湿空焊处的焊膏量不足，没有足量的助焊剂在部件翘曲恢复后克服OSP涂层	通过扩大开孔，让更多焊膏落到焊盘上，从而优化网板设计并且增加焊膏量。开孔-焊盘比可提高到1:1或1:1.1，或根据元件翘曲程度而定

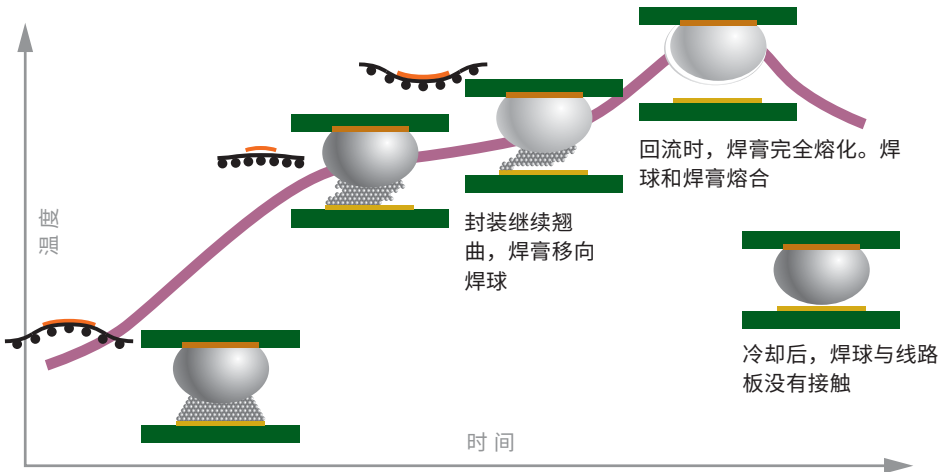
可能原因：焊膏

描述	建议
许多市售流行的焊膏倾向于在回流焊接中粘附在焊球上而不是OSP焊盘。随着这些组件的翘曲程度提高，就可能造成焊膏不与焊盘接触而回流到焊球上。	使用防止无润湿空焊的焊膏。焊膏在润湿力和润湿时间上的均衡设计，能够克服焊膏牵引但仍有足够的活性，在部件经过翘曲阶段恢复平整时去克服焊盘上的OSP层。已有很多焊膏产品被测试证实能有效防止此类缺陷。

无润湿空焊(续)

无润湿空焊缺陷形成机理

在恒温时，由于翘曲导致封装移位；在150-180°C之间，焊膏从线路板上脱离。



焊膏更倾向于润湿焊球而不是线路板



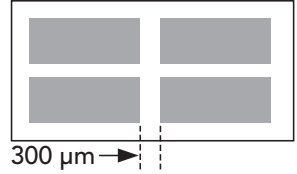
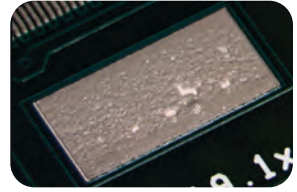
上述说明和图片来自Intel 于SMTAI 发表的文章: "Fundamentals of the Non-Wet Open BGA Solder Joint Defect Formation," Dudi Amir.

填充不足

定义：落在线路上的焊膏量远远小于网板开孔的预定值。

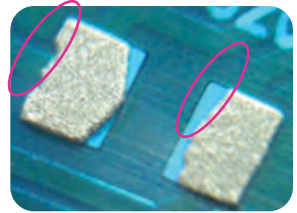
可能原因：网板

描述	建议
焊膏舀取效应，特别是在大焊盘应用时。	<ul style="list-style-type: none">• 将较大开孔分割成多个较小的开孔• 检查刮刀压力是否过大



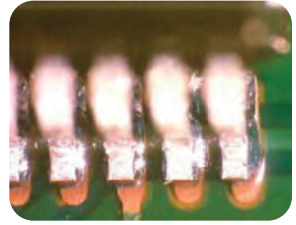
可能原因：丝网印刷机

描述	建议
焊膏不卷入开孔中	<ul style="list-style-type: none">• 降低印刷速度• 采用低刮刀接触印刷• 确保焊膏未过期或干燥• 确保足够的主板支撑• 降低刮刀压力



焊料不足

定义：落在线路板上的焊膏量远远小于网板开孔的预定值；或者在回流后，焊料量不足以在元件前端形成圆角。



可能原因：网板

描述	建议
焊膏粘附在网板开孔壁上	<ul style="list-style-type: none">• 面积比 > 0.59 (4号粉)• 长宽比 > 1.5• 网板开孔边缘无毛刺

可能原因：丝网印刷机

描述	建议
印刷参数定义	<ul style="list-style-type: none">• 验证印刷设置• 减低印刷速度，为焊膏卷入开孔提供足够的时间• 检查脱网速度和技术公告的建议值

可能原因：回流曲线

描述	建议
元件和线路板之间的热膨胀系数不匹配，可能会导致焊料毛细效应，看上去像焊盘上的焊料不足。	<ul style="list-style-type: none">• 在元件和线路板上添加热电偶• 使用恒温曲线，尽量减少回流区间的温差• 如果可以，请将底部区域温度设置得更高，让线路板温度高于元件的前端温度

可能原因：焊膏

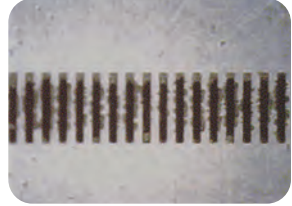
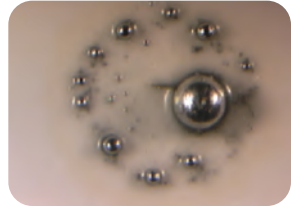
描述	建议
焊膏粘度	通过验证焊膏能否沿着印刷方向卷入开孔，从而检查焊膏状况，例如是否存在焊膏干燥等现象。

随机焊球

定义：回流后，各种直径大小的球形颗粒在远离主焊接区的
地方形成。

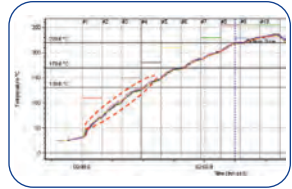
可能原因：网板

描述	建议
粘附在网板下方的焊膏将被带到下一块线路板的阻焊层上。	<ul style="list-style-type: none">• 验证零印刷间距设置• 检查是否采用了最小的印刷压力• 检查清洗效率，如湿润/干燥/真空• 检查擦拭频率



可能原因：回流曲线

描述	建议
快速的升温速率或预热无法保证溶剂有足够的时间逐步蒸发。	建议采用较慢的预热速度。从室温升高到150°C的平均速率通常应小于1.5°C/秒。

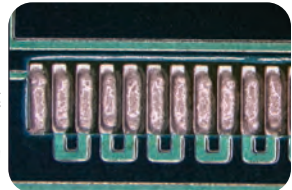


可能原因：线路板潮湿

描述	建议
中间的水分可能会导致爆炸性蒸发。	低级别板片（如FR2、CEM1等）往往更容易吸收水分。如有必要，可在120 °C温度下烘烤4小时。

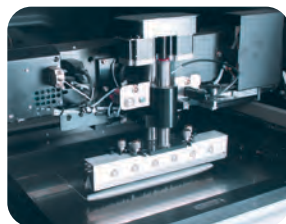
可能原因：焊膏

描述	建议
尤其是对于具有吸湿性的水溶性锡膏，吸收水分后往往会导致网板寿命降低。	<ul style="list-style-type: none">• 尽量减少暴露时间• 印刷机温度和湿度应设置在建议范围内• 尝试新批次焊膏，验证焊膏的稳定性• 如果可以，使用粗粉末，因为细粉末中含有较多氧化物，更容易塌陷



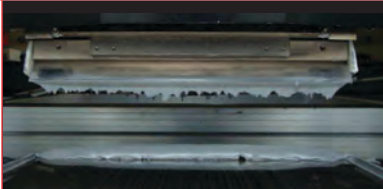
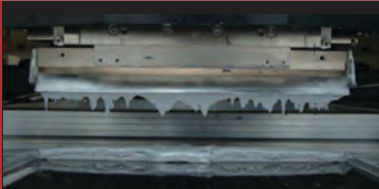


焊膏干燥/粘附在刮刀上

定义：在印刷间隔期，刮刀离开网板后，焊膏应留在网板上，以便进行下一次印刷



可能原因：

描述	建议
焊膏量太高	焊膏量的高度保持在1.5-2.0cm之间
焊膏滚动直径太大	使用更宽的刮刀
焊膏补充频率不够	对于高密度装配，长时间工作后，相对助焊剂比例，金属含量会提高
在极低湿度环境中使用水溶性焊膏进行印刷	使用水溶性焊膏时，加强环境控制

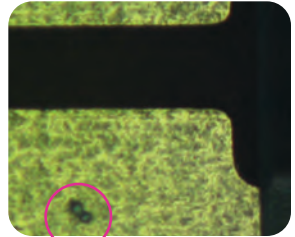
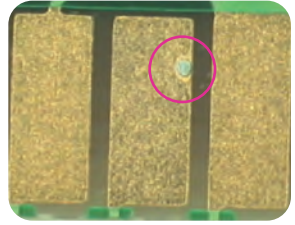
焊膏	T-0 (10次刮拭)	8 小时后
OM-5002 Lot# 302042	 <p>温度：28.3°C 相对湿度：48% RH</p>	 <p>温度：32.2°C 相对湿度：30% RH</p>
OM-5002 Lot# 302038	 <p>温度：25.8°C 相对湿度：50% RH</p>	 <p>温度：24.4°C 相对湿度：38% RH</p>

焊料飞溅

定义：焊料飞溅现象与焊球非常相似，通常较为关注的是金手指上的焊膏沾污。

可能原因：线路板

描述	建议
线路板的处理	<ul style="list-style-type: none">• 不要将干净的线路板和洗涤后的线路板混合• 从包装中取出线路板后应立即进行组装• 确保工作场地经彻底清洁，不受焊膏残留污染
裸板污染	检测裸板，印刷前应检查和过滤裸板上的焊膏。

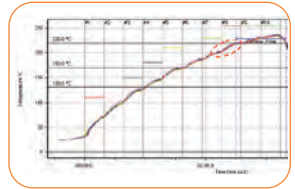


可能原因：丝网印刷机

描述	建议
网板未经有效的清洗及擦拭会将残余的焊膏小颗粒带到下一块裸板的表面。	<ul style="list-style-type: none">• 确保擦拭频率设置是否正确• 使用有效溶剂，建议使用 SC10• 使用印刷机自带的相机检查网板清洗的有效性

可能原因：回流曲线

描述	建议
控制助焊剂漏气率，尽量减少爆炸性焊料飞溅到金焊盘上。	对于 SAC 305，在 217-221°C 区间设置较低的升温速度 (0.3-0.4°C./秒)。

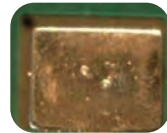
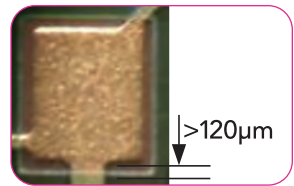
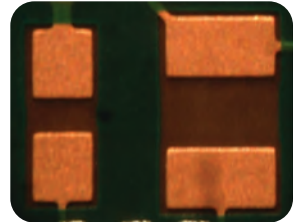


片式元件间锡珠

定义：回流后，较大的焊球会出现在芯片元件侧边，在可焊端之间且离开焊盘。

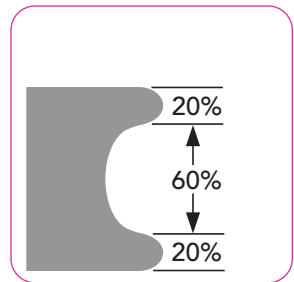
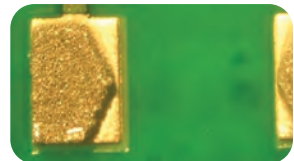
可能原因：线路板

描述	建议
焊料分离，不粘附在阻焊层上。	<ul style="list-style-type: none">去除焊盘之间的阻焊层焊盘与阻焊层之间的间距应至少保持在$75\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$之间，最好为大于$120\mu\text{m}$阻焊层没有对应在焊盘周边



可能原因：网板设计

描述	建议
过量焊膏会挤压元件体，使焊膏主体在回流时发生脱离。	<p>屋顶型或U型设计有助于减少元件下方焊膏被挤压到阻焊层上的机率。</p> <p>注：减小开孔或不适用于尺寸小于0603的元件。此外，LF合金具有较高的表面张力，不会在回流后被向后拉动。</p>



片式元件间锡珠(续)

可能原因：丝网印刷机

描述	建议
焊膏弄污阻焊层	<ul style="list-style-type: none">• 印刷机设置为零印刷间距，在没有折角的情况测试焊膏高度的一致性• 提高印刷对齐精度

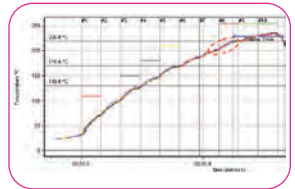
可能原因：元件放置

描述	建议
过大的放置压力会挤压焊盘上的焊膏	<ul style="list-style-type: none">• 确认元件的实际高度，与输入器械的数据进行比较• 元件放置高度应为焊料高度的$\pm 1/3$



可能原因：回流曲线

描述	建议
恒温时间过长会让焊料吸收过多的热量，并出现焊料热塌陷现象。	<ul style="list-style-type: none">• 如可以，请直线升温到峰值而不经历恒温区间• 在从保温切换至直线升温回流曲线后，请检测BGA空洞水平

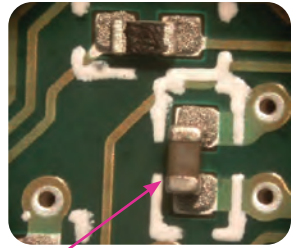


立碑

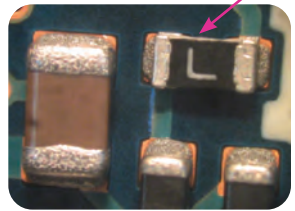
定义：立碑（有时也被称为曼哈顿效应）是指芯片元件一侧部分或完全脱离焊盘表面。

可能原因：焊盘设计

描述	建议
元件主体在两个焊盘上的覆盖率至少大于50%。	如果元件末端在焊盘上的覆盖率未达到50%，很可能会造成润湿力不平衡，从而形成立碑。如可以，请反馈给供应商进行改善。
焊盘尺寸大小不等，特别是一侧为接地焊盘时	焊盘大小不等意味着需要应用不同份量的焊膏，增加了润湿力不平衡的风险。若因为设计所限，可在达到液相温度前，保持一个缓慢升温的恒温曲线。以SAC305为例，在190-220°C温度区间恒温30-45秒。



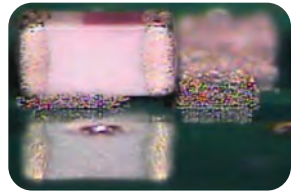
不良设计



良好设计

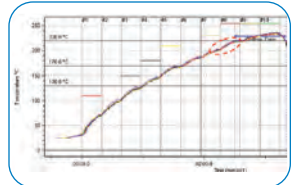
可能原因：放置精度和压力

描述	建议
倾斜的放置会造成两个焊盘的润湿力不平衡。	检查其他元件放置的精度。如果所有元件发生偏移，应重新调校基准，否则应手动调整具体定位。



可能原因：回流曲线

描述	建议
延长恒温时间有助于在焊膏进入熔化状态前平衡两个焊盘的润湿力	在达到合金液相温度前30°C区域内停留一段时间，例如SAC305的液相温度为220°C，因此，应确保在190~220°C区间的恒温时间不低于30秒。

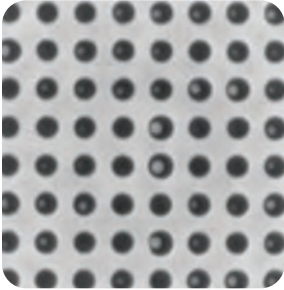


空洞

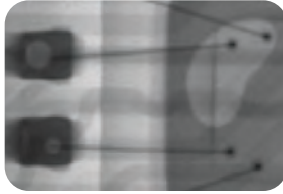
定义：焊点空洞是指焊点内的空白区域，对于BGA封装及大焊盘(如LGA)应用，应提高对空洞性能的关注度。

形成空洞的两个主要原因是：

- (i) 滞留的助焊剂无法溢出
- (ii) 过度氧化



BGA



LGA



被动元件

可能原因：线路板

描述

焊盘上的微孔滞留助焊剂和气囊

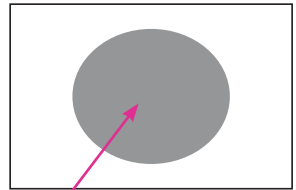
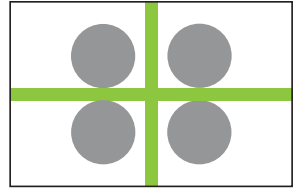
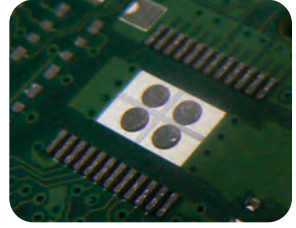
建议

- 一般情况下，尺寸小于6mil的微孔更难蒸发滞留的助焊剂或空气
- 在印刷前将盲孔用各种方式填埋
- 两次印刷有助于让焊膏进入微孔
- 使用更细的粉末
- 避免印刷焊膏出现在微孔顶部，而应该围绕在开孔的四周

空洞 (续)

可能原因：网板

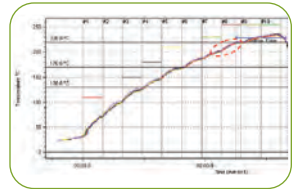
描述	建议
对于大焊盘（如LGA），焊膏带有大量助焊剂需要在回流时蒸发。任何滞留的助焊剂均会形成空洞。	<ul style="list-style-type: none">减少焊膏沉积量焊膏量的减少最高可达45%如果两层之间有阻焊层，可将较大的开孔分割为多个小开孔如果没有阻焊层，在中间位置将较大的圆形开孔进行分割



55% 开孔

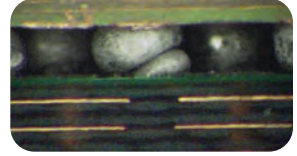
可能原因：回流曲线

描述	建议
滞留的助焊剂没有足够时间排出	<ul style="list-style-type: none">将170~220°C恒温区的停留时间设置为60-90秒同时确保曲线在130~220°C之间能保持180秒
氧化率占主导地位	<ul style="list-style-type: none">调整较短的曲线以保证助焊剂活跃，没有恒温区如可以，使用氮气回流峰值温度降低到241°C或以下



BGA 双球

定义：双球是指BGA或CSP上的球体无法与线路板焊盘上的焊膏结合而产生的封装缺陷。要注意区分双球缺陷和因回流温度不足而造成的缺陷，后者的特点是焊膏上的焊料球未在焊盘和BGA焊料球体上正确熔化。对于双球缺陷，焊接温度足够高，可以充分熔化焊料球体和焊膏沉淀，但会对良好的焊点成型造成障碍。



可能原因：丝网印刷机

描述

整个焊盘上不规则的印刷精确度可能会妨碍部分器件凸点位置与锡焊膏的接触。

建议

验证印刷精确度并测量印刷高度的一致性



可能原因：印刷电路板/元件

描述

增加焊膏沉积量以更好地弥补基底的翘曲。

建议

采用方形开孔（代替圆形开孔）来提高印刷用量，或整体放大沉积量，但不至于产生桥连。



BGA 的共面性问题

增加焊膏用量

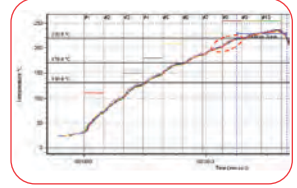
BGA焊球的氧化

- 使用更高活性的焊膏
- 采用氮气回流

BGA 双球 (续)

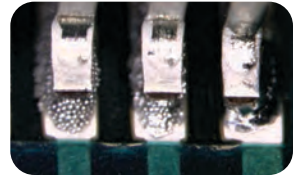
可能原因：回流

描述	建议
线路板翘曲，尤其是在双回流板或较薄的线路板（厚度 < 1mm）应用时。	<ul style="list-style-type: none">• BGA组装时，保持Tg温度（对于FR4板片，通常为130°C）以上最小的临界时间。如果可以，请保持在2分钟以下• 对于第二个回流周期，尝试降低预热以减少翘曲的发生。
线路板和BGA热膨胀系数的差异。	尽量减少BGA元件和线路板其他元件之间的温差。如果必要，采用短时间恒温区域的回流曲线。
如果存在共面性问题，焊膏热衰退效应会加剧BGA开焊。	尽量缩短150°C至液相线温度区域的停留时间。
长时间恒温曲线可能会在回流前耗尽助焊剂	对于必须使用长时间恒温曲线的复杂线路板，可使用氮气以缓冲助焊剂在抗氧化过程中的速率。



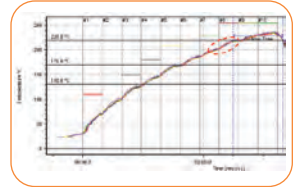
粒状焊点

定义：有时也被称为“冷焊”，常见情况是合金表面发黑、无反光并且粗糙，而这些合金通常情况下应该是光亮的。

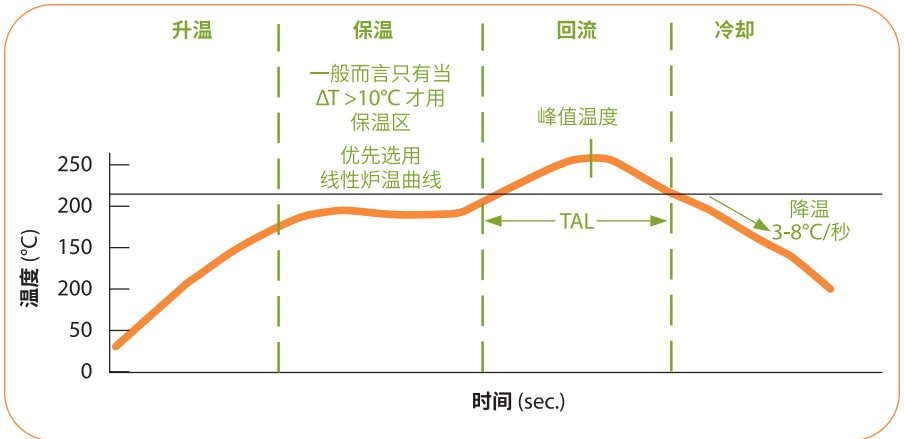


可能原因：回流

描述	建议
焊膏吸热不足	确保热电偶正确贴在元件上。验证峰值温度应比液相线温度高15°C，液相线温度以上区域停留时间不少于45秒。
过量热接触	恒温区采用升温到峰值的曲线，尽量减少氧化和助焊剂用尽的情况。如果必须使用恒温曲线，尽可能采用氮气回流。
冷却速度过慢	确保合金由熔化状况开始的冷却速度为3-8°C /秒。快速冷却将形成精细颗粒结构外观并且反光。



直线升温到峰值温度曲线



笔记

AlphaAssembly.com

Global Headquarters
300 Atrium Drive
Somerset, NJ 08873
USA
Tel: +1-800-367-5460

European Headquarters
Unit 2, Genesis Business Park
Albert Drive
Woking, Surrey, GU21 5RW
UK
Tel: +44 (0) 1483 758400

Asia/Pacific
8/F, Paul Y. Centre
51 Hung To Road
Kwun Tong, Kowloon
Hong Kong
Tel: 852-3190-3100