

SMT 工程部技术员工艺培训资料

一、锡膏部分

1. 分类:

按是否含有 PB 分:

有铅: 包括 62 36 AG2 (熔点 179℃) 和 63 37 (熔点 179℃)

无铅: 主要是 SAC305 (SN-3.0AG-0.5CU) 和 SAC315 (SN-3.8AG-0.7CU)

按锡粉颗粒分:

1 号: 38-63

2 号: 38-45

3 号: 锡粉颗粒为 25-45UM

4 号: 锡粉颗粒为 20-38UM (常用)

5 号:

锡粉越小, 一般印刷性能越好, 但因为表面积增加, 导致锡粉氧化越严重。开孔最小的 IC 脚宽度方向至少排 5-8 排的锡粉

2. 成分: 锡粉和 FLEX

金属含量一般: 有铅为 89.5% - 90.5%

无铅为 88.5% - 90.5%

FLEX 的作用: 1. 去氧化, 2. 防氧化, 3. 使锡膏成糊状, 4. 使锡膏具有可印刷性, 不塌陷

成分: 1. 松香: 去氧化

2. 稀释剂: 调节粘度

3. 摇变剂: 使锡膏具有印刷性, 受力就形变, 防塌陷

4. 添加剂: 亮度等变化

3. 运输: 在运输途中也要冷藏

4. 检验: 一般检验项目包括: 粘度, 金属含量, 坍塌 (冷坍塌和热坍塌), 锡珠

5. 保存: 自锡膏生产日起, 一般保质期为 6 个月 (在冷藏条件下), 在室温下为 7 天, 储存条件一般为 0-10℃ (有些为 2-8℃), 冷藏的作用是防止 FLEX 发生化学反应变质和挥发

6. 回温: 未回温好的锡膏严禁打开, 否则报废

作用: 使瓶内锡膏的温度达到室温:

1. 放置水汽凝结, 水份进入锡膏, 导致锡膏变质。

2. 使锡膏的 FLEX 活化

条件: 室温, 不可靠近高温热源

回温时间: 一般为 4H (有些为 3H) 以上, 但要小于 24H

理由: 1. 用温度计量

2. 印刷品质

3. 炉后品质

7. 搅拌:

锡膏在冷藏和回温过程中由于锡粉和 FLEX 的比重不一样, 导致锡膏分层。

搅拌的作用: 把锡膏成分搅匀

时间: 机器搅拌: 1000 转/分 搅拌 1 分

500 转/分 搅拌 2-3 分

手工：一个方向以划圈的方式搅拌5分
 检验方式：用搅拌刀从锡膏瓶中挑锡膏，锡膏能够成不断的线流下来
 手工搅拌时要用塑胶刮刀，用力不要过大，防止把瓶子的塑胶刮到锡膏中。



记录：做好搅拌记录

8. 使用：

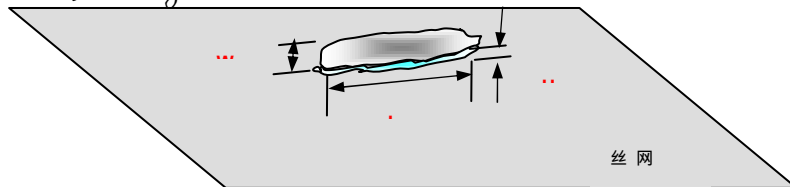
搅拌：在添加在钢网上前，要用塑胶搅拌刀搅拌10-30S
 加在钢网上的方法和量的控制：

在开始生产时，最少要放1/3瓶的锡浆到丝网上。生产中，操作员应每小时检查一下丝网上的锡浆总量，估量锡浆总量，并把锡浆刮成扁平状。估测的结果至少符合如下几点：

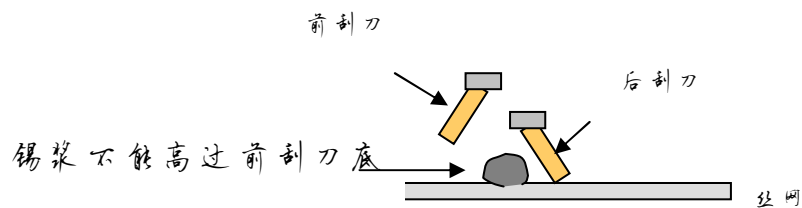
长 Length (L) = 不能超过刮刀的长度但必须超过 PCB 的长度，两边比 PCB 约长 20 mm

宽 Width (W) = 大约 15-30mm

高 Height (H) = 大约 5-10mm



印刷时丝网上锡浆的高度(直径)必须在10~20mm之间，以防止少锡和多锡。当后刮刀运行时，作同样的检查。如下图所示。



添加锡膏：当钢网上锡膏高度小于 10mm 或锡浆不是在刮刀片和丝网之间滚动，则需要添加锡膏

机器搅拌锡膏：MPM机器印刷锡膏前，用机器搅拌锡膏，一般为4-8次，作用：搅拌锡膏和检查是否堵孔

在对钢网上的锡膏做任何人工作业时，要在支撑上用纸或硬纸皮挡位，防止支撑上粘上锡膏

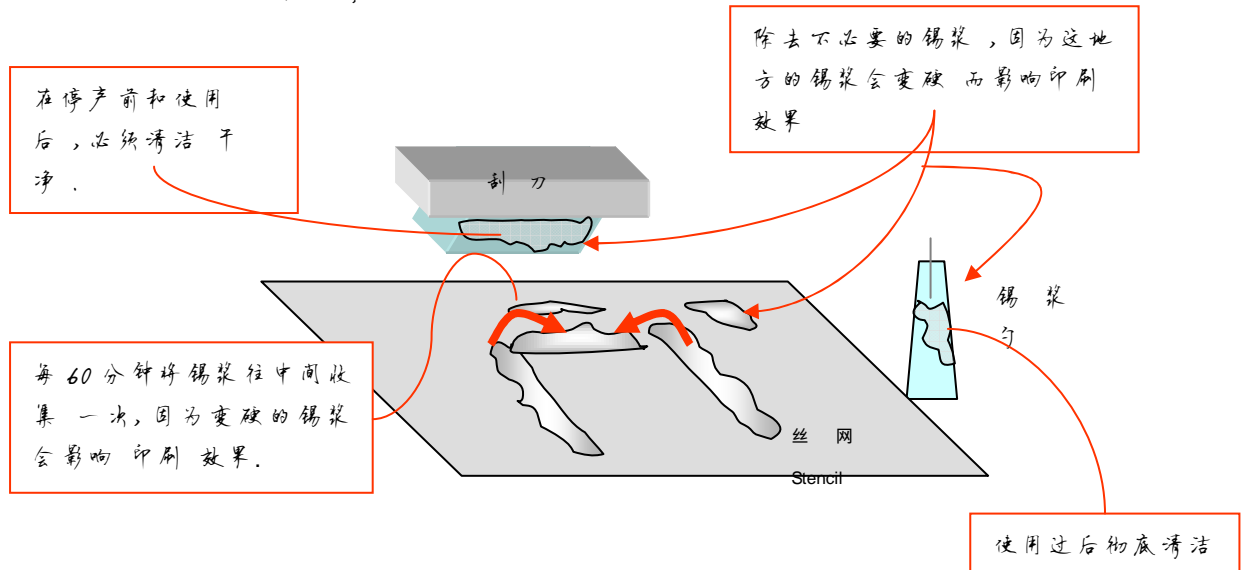
刮刀的长度：一般比钢网开孔的宽度一边宽1.5 inch。

停止印刷后锡膏管制：

印锡时锡浆在丝网上的使用时间的时间应该小于24小时，从印锡后刮过炉应该不超过2小时，否则，PCB/PCBA则要清洁，与生产中锡浆移位一样处理。

锡浆在丝网上放置不用的时间应该小于30分钟，比如在机器有故障以及停机待料的时候，把锡浆重新刮到锡膏瓶中。如果停机时间大于30分钟，则必须清洁刮刀和丝网（参考锡浆使用前的搅拌要求），因为残留的变质锡浆在再次生产中是不可用的

钢网上的变质锡膏处理：



清洁下来的锡浆不能和没有用过的锡浆混在一起，因为这会影响锡浆的质量。将清洁下来的锡浆放在一个容器中，贴上“已变硬锡浆”的标签

钢网上使用的锡膏处理：

使用小于24个小时的锡浆可在室温下保存至24小时以便再使用。如果锡浆超过24小时没有用，则在报废。不要把开封的锡浆再次放回冰箱，始终把用过的锡浆放到独立的容器中，优先让其他鉴别使用。

锡膏的使用原则：

先进先出

编号管理

使用登记：任何一瓶锡膏做过任何一个处理均要有相关记录。

9. 锡膏的试用：

检查搅拌后的情况

印刷性：脱膜功能和流动性和塌陷性、拉尖、少锡等问题

炉前品质：用显微镜主要检查密脚元件是否连锡，检查塌陷性能

上锡性：用显微镜检查：不易上锡元件的上锡性（IC, QFN, 二极管，三极管，尾插，压敏元件，高电容），看爬锡高度

锡珠：主要是用显微镜检查 CHIP 和 IC 焊点旁边的锡珠情况。

锡点表面：检查焊点表面的光泽度

残留物：用显微镜检查焊点旁和空焊盘、大电容的残留物多少

气泡：用 X-RAY 检查 BGA/CSP、QFN 元件的气泡情况

使用条件的难易

做锡珠、坍塌、金属含量、粘度实验。

详情见：锡浆的储存和处理工作指引、锡浆使用和印刷程序指引

二. 钢网管理

1. 制作：

激光制作：孔壁有毛刺，

蚀刻：开孔光滑，化学蚀刻的模板是模板世界的主要类型。它们成本最低，周转最快。该技术的固有特性是形成刀锋、或沙漏形状

电铸：成本高，交期长

2. 检查：

来料检查：项目包括：张力、是否变形、厚度检查、开孔要求检查、是否与 PCB 对应检查、开孔是否有毛刺检查

定期检查：项目包括：张力、是否变形、是否清洁、版本是否最新、厚度检查、使用次数检查、

使用前检查：项目包括：张力、是否变形、清洁检查。

3. 管理：

项目包括：

进出登记、状态登记、本版登记、注意事项登记、使用次数记录、存放位置登记

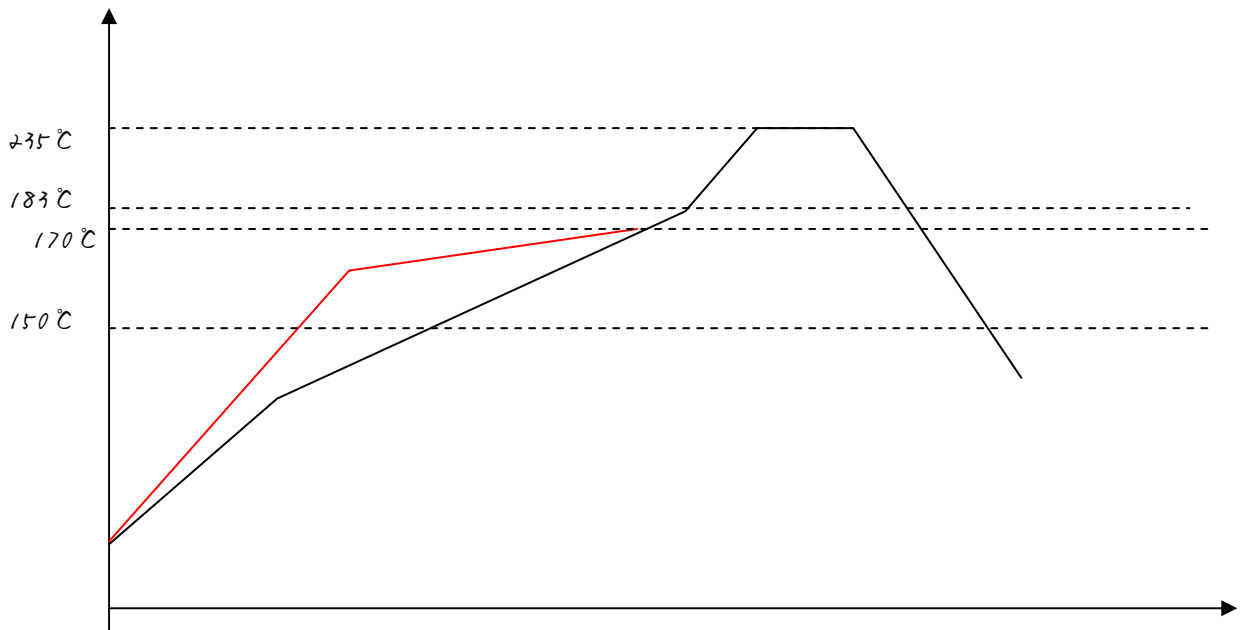
4. 清洁：

使用前清洁，使用后清洁后要用风枪吹除孔内锡粉，清洁最好用钢网清洗机

使用时，每班至少彻底清洁钢网上的锡膏，彻底清洁一次钢网和刮刀

五、炉温曲线

1. 典型的炉温曲线:



一般典型的炉温曲线有两种:

- (1) 升温—升温—回流—降温
- (2) 升温—恒温—回流—降温

特点: (1) 美曲线: 上锡能力强, BGA 气泡较多, 墓碑元件多
(2) 美曲线: 上锡能力差, BGA 气泡较少, 空焊元件多

有铅炉温曲线要求:

1. 升温斜率小于 $3^{\circ}\text{C}/\text{S}$, 温升太快会导致: 锡珠 (温升太快, 锡膏中的助焊剂成分急速软化, 在助焊剂流动过程中带动锡粉流动, 产生锡珠) 和大作积 (一般是陶瓷电容, BGA 等元件) 元件损坏
2. $140-170^{\circ}\text{C}$ 时间为 $60-120\text{S}$,
作用: 使助焊剂挥发性成分挥发
缓和正式加热时的热冲击
使 PCB 和元件的温度均匀分布
促进助焊剂的活化等

注意事项:

如果预烤 (温度或时间) 不足, 由于其与正式回流之间温差太大, 容易产生锡珠; 以及由于温度分布不均所导致的墓碑、灯丝效应; 以及由于助焊剂的挥发性物质挥发不干净, 导致 BGA 等元件气泡严重。如果预烤过度, 将会引起助焊剂变质和锡粉氧化, 会导致上锡能力下降或锡球未熔

3. 大于 183°C 时间为 $40-60\text{S}$

4. 整个在回流炉时间保持在 $4-6$ 分钟。

有铅锡膏无铅元件混合工艺:

1. 大于 183°C 时间为 $40-60\text{S}$ (时间太长会导致 BGA 焊接问题)
2. 大于 220°C 时间为 $30-50\text{S}$

3. 最高温度一般控制在 $228-235^{\circ}\text{C}$ 。

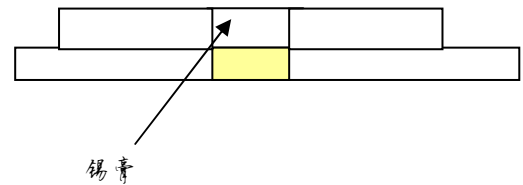
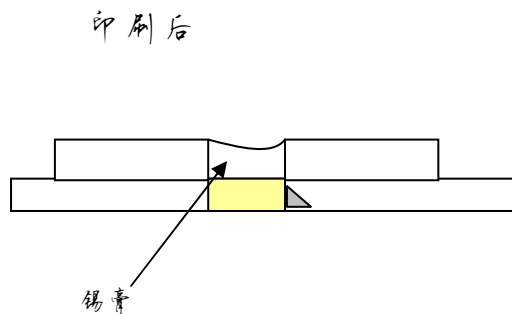
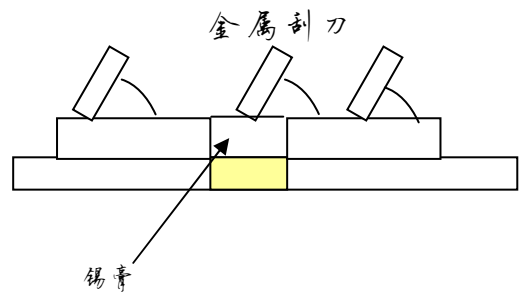
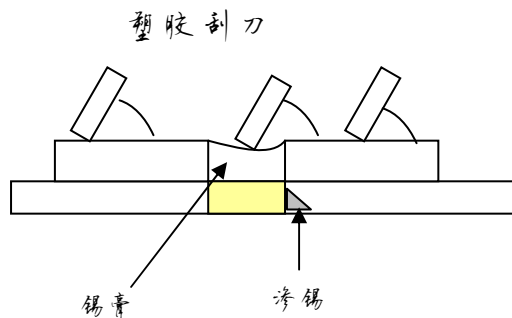
四、SMT 焊接缺陷原因

1. 常用元件缺陷: CHIP 元件缺陷: 墓碑、空焊、锡裂、移位、锡珠、少锡

二极管元件缺陷: 空焊、移位、锡裂、锡珠、少锡

IC 元件焊接缺陷: 空焊、移位、锡裂、锡珠、少锡、连锡

2. 塑胶刮刀和金属刮刀印刷区别:



3. 刮刀的角度与磨损以及其影响:

刮刀磨损的判断方法:

刮刀棱角磨圆

刮刀有裂纹, 或粗糙, 牵丝

钢网上拉出线条

钢网面留有参差不起的锡膏残留

印刷在焊盘上的锡膏参差不起

刮刀更换频率:

24 小时作业, 约每两周更换一次

经过 20 万次印刷后更换一次

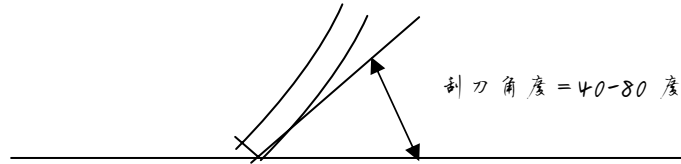
磨损刮刀的原因:

刮刀压力过大

刮刀为保持水平

钢网上有裂痕或因锡膏凝结发硬
清洗时或操作时手法过于粗暴

刮刀角度:



4. 锡膏在印刷时滚动:

锡膏经刮刀推动而滚动时,也发挥维持锡膏流动性的效果;如果锡膏滚动顺利,那表示锡膏印刷性良好,效果:

防止渗锡:充分的刮刀压力产生有效剪切力,但应该避免压力过大

防止刮伤:可以在钢网上的开孔中塞入适量的锡膏

搅拌作用:锡膏在印刷中滚动可获得均匀搅拌的作用,以保持其良好的印刷性,同时也可使锡膏均匀转印在焊盘,锡膏滚动中也利于消除锡膏中的气泡。

5. 印刷后锡膏面参差不齐的问题

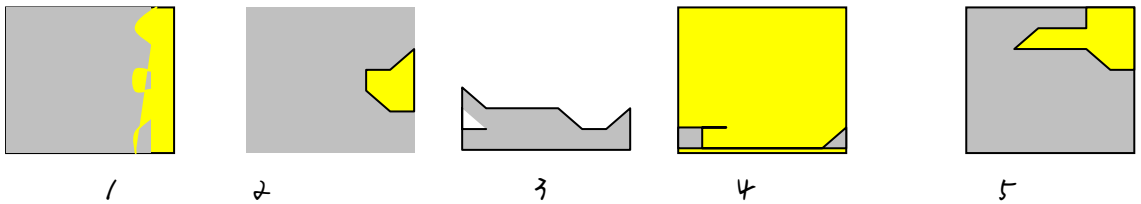
原因: 1 刮刀的刀刃锐利度不够,刮刀的刀刃变钝,粗糙或起毛,导致锡膏表面参差不齐。

2. 刮刀速度 (印刷速度):

速度太快:难以剪切,速度太低,锡膏表面呈不均匀现象。

3. 锡膏原因:锡膏 FLEX 挥发而粘度增加或锡膏污染或有异物混入导致印刷时锡膏表面参差不齐

6. 锡膏印刷不完整:



原因及对策:

1. 锡膏未脱离钢网而粘附在网孔边缘,对策为:擦拭钢网或锡膏换新

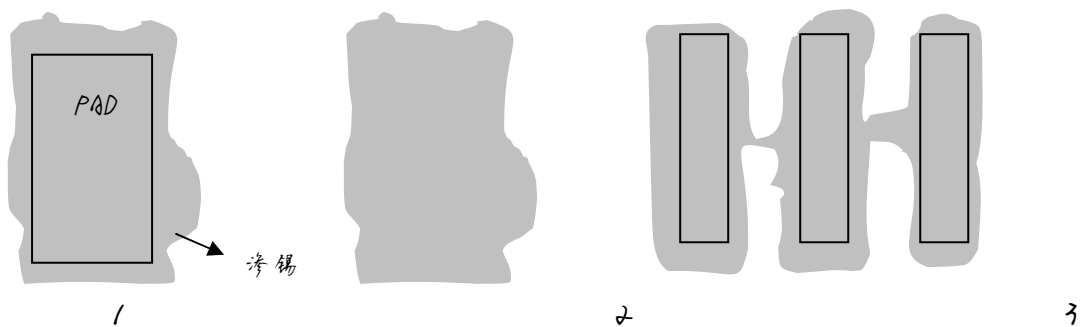
2. 污染 (有异物混入锡膏), 对策为: 更换锡膏

3. 刮刀刮取过量的锡膏, 对策为: 刮刀压力过大, 调整刮刀压力

4. 锡膏粘度太低, 对策为: 更换粘度高一点的锡膏

5. 刮刀有缺陷或未擦拭干净, 对策: 更换刮刀或更换锡膏

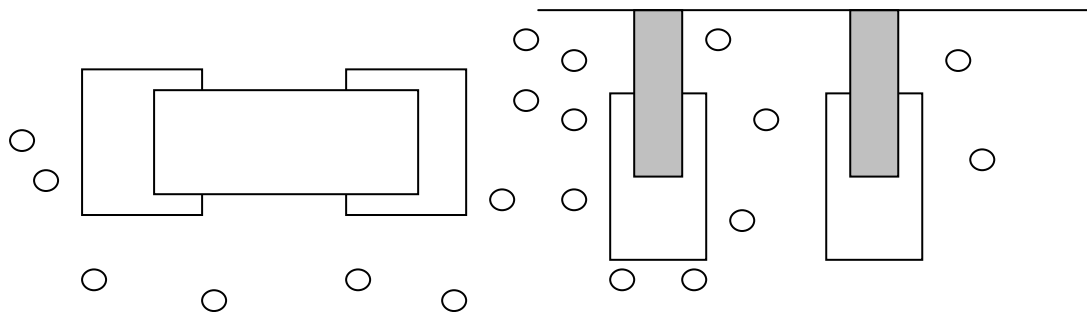
7. 渗锡的原因与对策:



原因及对策:

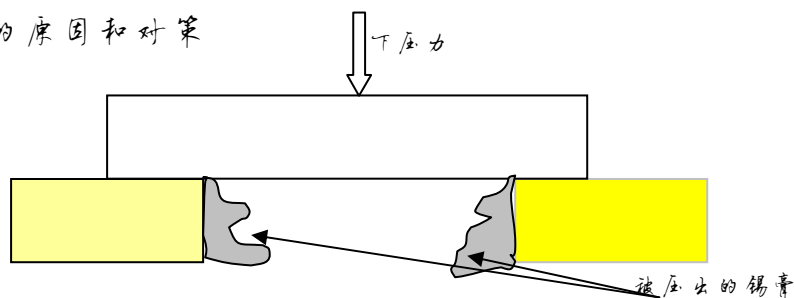
1. 钢网与 PCB 之间的弹跳距离 (Gap) 过大, 对策为: 减少弹跳距离
容易渗出锡膏的媒液 (助焊液), 对策为: 更换不易渗出锡膏
2. 钢网与 PCB 之间的弹跳距离 (Gap) 过大, 对策为: 减少刮刀压力
锡膏被推挤而跑出刮孔外, 对策为: 减少刮刀压力或更换成不易渗锡的锡膏
PCB 板表面凹凸不平, 对策为: 改善 PCB 板
PCB 板污染, 对策为: 清洗 PCB
3. 在密间距 PCB 板的印刷初期容易发生, 对策为: 改用不易渗锡的锡膏或减少刮刀压力
原因同上 1、2。

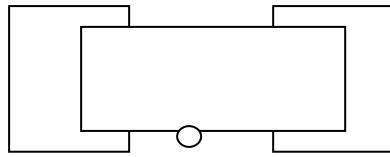
8. 锡珠的原因和对策:



- 锡膏因加热而飞溅 (炉温问题或锡膏内或元件和 PCB 板有水),
对策为: 调整炉温曲线或者更换锡膏或把元件和 PCB 烘烤
锡膏在预热阶段向焊盘外流, 对策为: 减少锡膏量
锡膏品质不好, 对策为: 更换锡膏
锡膏板预热不足 (时间太短或温度太低), 对策为: 调整炉温曲线
预热阶段的锡膏粘度太低, 对策为: 更换锡膏

9. 锡珠的原因和对策





原因及对策:

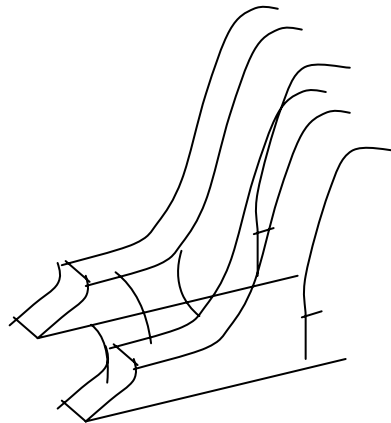
印刷锡膏太多, 对策为: 减少印刷锡膏量 (一般为钢网开孔要防锡珠, 可采用: V, U, 凸形, 圆形等防锡珠开法)

贴片压力太大, 对策为: 减小机器贴装压力或减小机器贴装高度

锡膏品质问题, 对策为: 更换锡膏, 锡膏活性太强的话, 锡珠会比较多。

炉温曲线, 预烤温度 (平台温度) 过高 (FLEX 挥发太多, 锡膏无法收缩回来), 对策为: 调整炉温曲线。

11. 连锡现象的原因和对策



锡膏量太多 (钢网开孔太大或锡膏太厚, 或钢网损坏), 对策为: 减少锡膏量

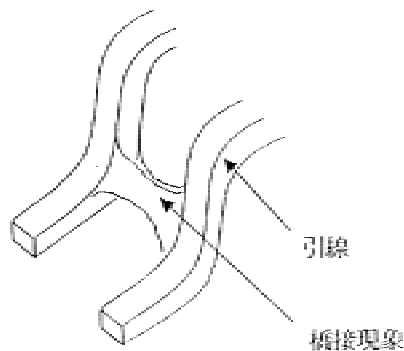
锡膏表面张力太低, 对策为: 更换锡膏

钢网太厚, 对策为: 重新开钢网, 一般 0.4mm 间距的 IC 和排插钢网厚度为 $0.1-0.12\text{mm}$

预烤 (平台区) 温度不足, 对策为: 调整炉温曲线

PCB 板焊盘上锡能力不足, 对策为: 改善焊盘上锡能力

12. 灯芯

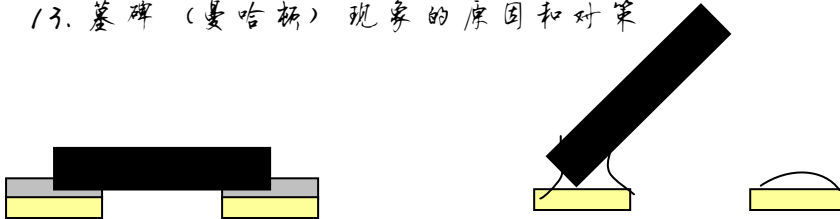


元件引脚的上锡能力 > 焊盘的上锡能力强，对策为：改善焊盘上锡能力

元件焊盘太小，对策为：修改 PCB 焊盘设计

元件引脚温度高于焊盘的温度，对策为：提高 PCB 板的温度，调整温度曲线

13. 墓碑（曼哈顿）现象的原因和对策



原因为元件两端在锡膏熔化时，受力不一致，

包括：两端熔锡时间不一致，两端一前一后相差太多，对策为：调整炉温曲线，在锡膏熔化前温度上升缓慢一些或在锡膏熔化前的预烤区设置一个短的平台，使元件两端基本同时熔锡

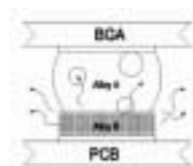
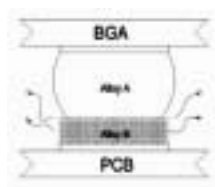
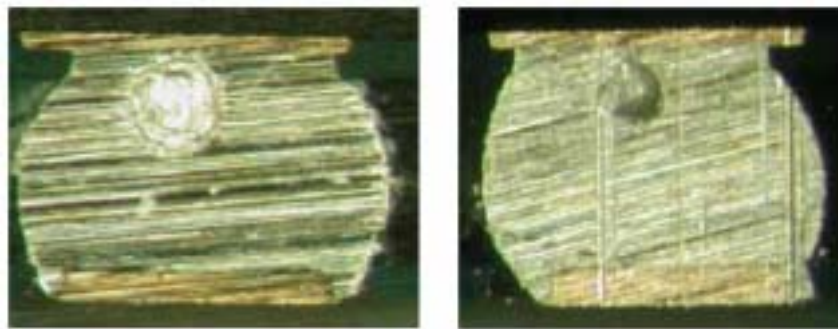
元件两端的焊盘大小严重不一，导致两端受力不均，对策为：长期对策是修改焊盘设计，保持两端焊盘大小一致（不能相差超过 15%），临时对策为：开钢网时保证两个焊盘开孔大小一致，以大的为准

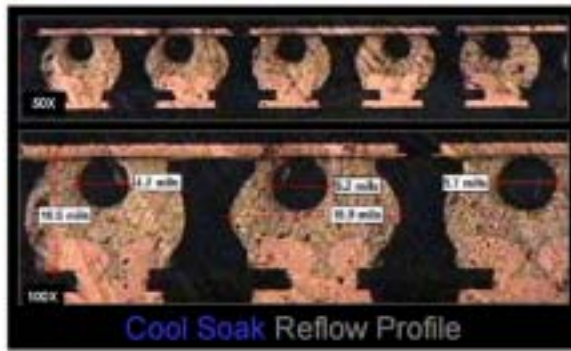
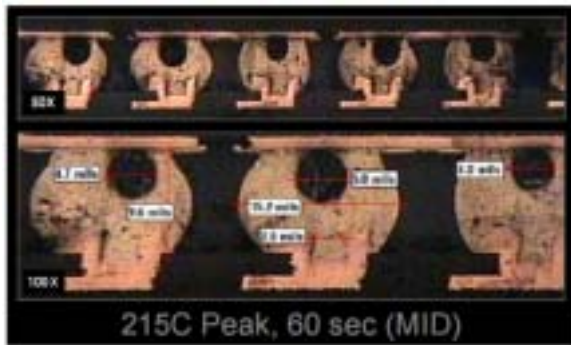
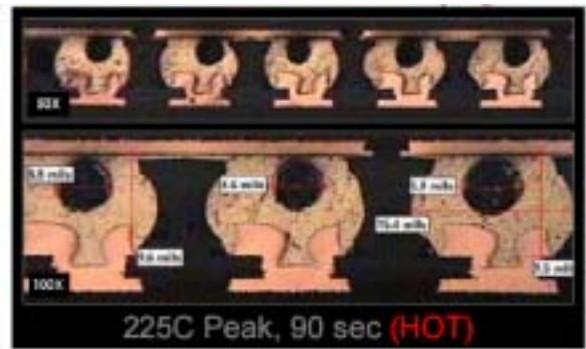
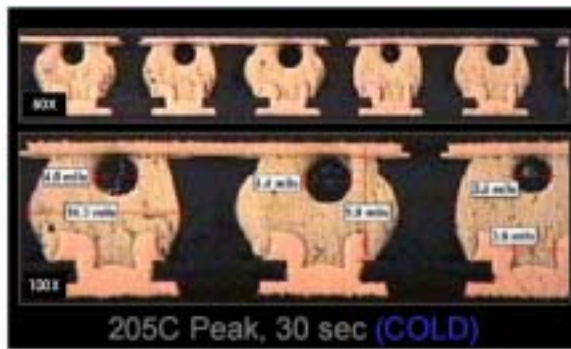
元件一端上锡不良，对策为：更改物料

元件贴装偏位，一端贴完后只搭到一点点，一端搭到太多，对策为：调整贴片位置

元件焊盘设计不合理，间距太小或元件焊盘太长，对策为：长期对策为：修改焊盘设计，0402 元件焊盘间距保持为 0.35mm-0.4mm，0201 元件间距保持 0.23-0.25mm，且一般一个焊盘的间距加焊盘的长度略小于元件的长度；临时对策为：开钢网时 0402 元件间距保持 0.35mm，0201 元件间距保持 0.23mm。

14. BGA 气泡的原因和对策：





PCB 焊盘上有盲孔，对策为：建议填充盲孔

炉温问题，对策为：调整炉温曲线，把炉温曲线的恒温区温度加高时间加长，调低回流时间和降低最高温度

元件表面氧化，对策为：调整炉温曲线，同上

锡膏品质问题，对策为：更换锡膏

PCB 板表面处理层问题，对策为：改善 PCB 板来料

BGA 来料问题，BGA 锡球本身有气泡

五、程序 (以 FUJI 为例)

一般程序包括: 机器参数, PCB 参数, 站位信息、元件数据库、MARK 信息 (基准 MARK、坏板 MARK 等)、拼板信息、贴装坐标等。

1. 机器参数:

机器型号: 本程序使用在什么型号的机器上

贴装速度: 用于控制在生产时的贴装速度, 是用 100 名贴装, 还是多少

进板速度: 机器进板是的速度

吸嘴信息: 记录在机器的每个头上配置了什么样规格的吸嘴, 或机器吸嘴更换站上什么位置放置了哪种规格的吸嘴

机器原点信息

TRAY 盘信息

抛料放置区域 (对于多功能机非常重要)

对于可以同时生产几快板的机器, 还要规定同时生产的 PCB 板数

2. PCB 板的信息:

PCB 板长度

PCB 板的宽度

PCB 板的厚度

3. 站位信息:

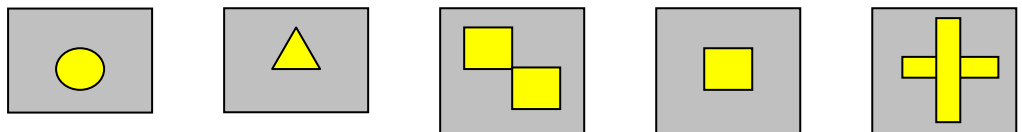
用于定义每种物料在机器中的放置位置, 以用于生产时到哪站去取料

4. MARK 点信息:

一般包括 MARK 的性质, 形状、大小、扫描范围、类型、反光度等。

MARK 的性质: 选择 MARK 是属于基准 MARK 点还是坏板 MARK, 基准 MARK 点用来校准贴片位置, 坏板 MARK 是当机器照到坏板 MARK, 则编贴与坏板 MARK 相那定的位置元件

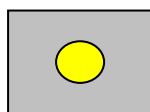
MARK 的形状:



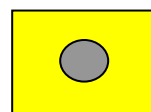
MARK 点的大小: 定义 MARK 点的外形尺寸

扫描范围: 定义机器在指定坐标位置寻找 MARK 点的范围

类型: 一般是分为白色和黑色两种



白色



黑色

反光度: 定义 MARK 点的亮度等级

有一些机器在 MARK 的信息中输入 MARK 点的坐标, 有一些机器是在贴片坐标中体现 MARK 点的坐标

5. 拼板信息: 如果程序是以拼板方式制作, 则在拼板信息内定义出: 拼板位置、拼板数量、拼板的角度

6. 贴片坐标: 一般包括贴装顺序、元件的 X 坐标、元件的 Y 坐标、贴装角度、对应的站位、参照的坏板 MARK、是否贴装 (是贴装还是跳过), 元件位号。

有些机器在贴装坐标内要输入 MARK 点坐标, 并有相关信息标注是坐标是 MARK 坐标还是贴片位置坐标。

7. 元件库: 用来详细描述元件外形 (尺寸、亮度、误差)、外形类型、极性和色装方向、色装信息、吸取贴装速度、使用吸嘴型号、抛料位置 (有些机器有此功能)、极性检查功能、所用 CCD 的位置。

外形尺寸: 要定义元件本体厚度和本体在各个方向的尺寸, 各个方向脚数量、位置、尺寸 (包括长、宽、间距、误差等)、亮度等

元件外形类型: 主要定义元件是属于哪一种形状的元件。此信息定义机器按什么逻辑方式对元件进行识别。

极性和色装方向: 定义元件是否有极性, 对于无极性元件的贴装角度: 0 和 180 度是相同的, 90 和 -90 度是相同的, 机器可以根据需要自动调整方向; 对于有极性元件 0 和 180 度是不相同的, 90 和 -90 度是不相同的, 机器不会根据需要自动调整方向。

极性检查: 有些机器能够检查元件极性点

色装角度: 定义有极性元件, 元件方向点在色装的哪一个方向。

色装信息: 元件是采用何种色装方式: 管装、卷装、TRAY 盘装?

卷装: 是采用什么规格的色装

TRAY 盘装: TRAY 盘元件在色装信息中要对: 起始吸料位置, 间距、X 方向数量、Y 方向数量, 高度等

贴装信息: 定义元件吸取速度、吸取位置、旋转速度、贴装、吸嘴、抛料位置、吸取位置、预旋转情况、所用 CCD 状况等信息。

六. 温湿度敏感元件的管控:

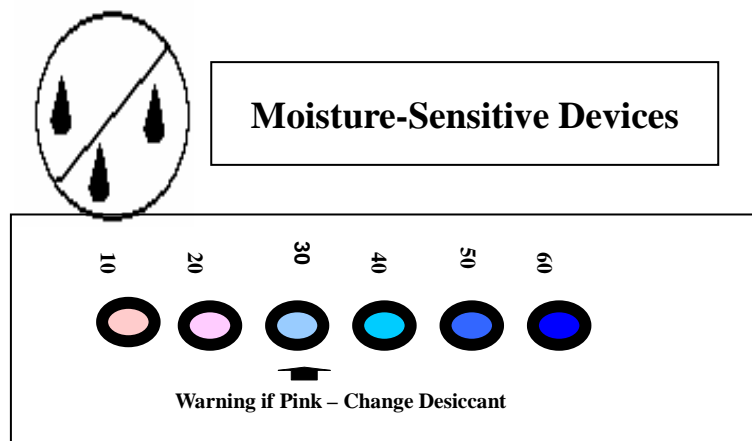
温湿度敏感元件主要管理: 使用前检查, 使用期限管控、包装管理、烘烤管理。

使用前检查: 在上线前检查, 确保在运输过程中元件没有受潮, 以免元件在使用中不被损坏, 有些客户的温湿度敏感元件可能为港料, 在上线前要先烘烤。

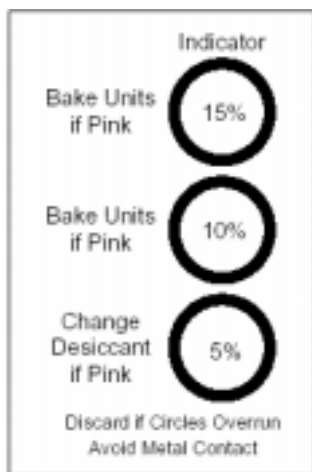
使用期限管控: 监控温湿度敏感元件在使用过程中(从拆包到生产完成)均未超过使用期限。用表单管制

包装管理: 烘烤后或生产停止后, 未超过使用期限的温湿度敏感元件, 最好用真空机抽真空包装, 要注意使用期限的跟踪和管控。

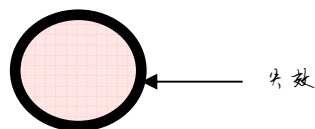
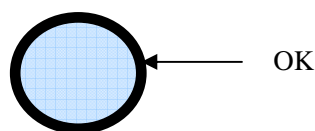
烘烤管理: 一般卷装元件的烘烤温度为 60 度, 时间为 12-24H; 盘装元件为 125 度 \pm 5 度, 时间一般为 4-8H; PCB 板一般为 125 度 \pm 5 度, 时间为 2-8H; 具体情况按实际情况定。



等级	储存环境要求	装配使用时间	备注
1	温度 $\leq 30^{\circ}\text{C}$, 湿度 85%RH	无限制	非湿度敏感元件
2	温度 $\leq 30^{\circ}\text{C}$, 湿度 60%RH	1 年	
2a	温度 $\leq 30^{\circ}\text{C}$, 湿度 60%RH	4 周	
3	温度 $\leq 30^{\circ}\text{C}$, 湿度 60%RH	168 小时	
4	温度 $\leq 30^{\circ}\text{C}$, 湿度 60%RH	72 小时	
5	温度 $\leq 30^{\circ}\text{C}$, 湿度 60%RH	48 小时	
5a	温度 $\leq 30^{\circ}\text{C}$, 湿度 60%RH	24 小时	
6	T 温度 $\leq 30^{\circ}\text{C}$, 湿度 60%RH	标贴上注明的时间	需使用前烘烤
DSP PCB	T 温度 $\leq 30^{\circ}\text{C}$, 湿度 60%RH	24 小时	最大保存期限为 6 个月



湿度指示卡



指示点状态

当湿度指示卡的三个中哪一个指示点出现失效（颜色为粉红）代表湿度达到哪个等级

Caution
This bag contains
MOISTURE-SENSITIVE DEVICES

1. Calculated shelf life in sealed bag: 12 months at <40°C and <90% relative humidity (RH)

2. Peak package body temperature: _____ °C
If blank, see adjacent bar code label

3. After bag is opened, devices that will be subjected to reflow solder or other high temperature process must

a) Mounted within: _____ hours of factory conditions
If blank, see adjacent bar code label

b) Stored at <10% RH

4. Devices require bake, before mounting, if:

a) Humidity Indicator Card is >10% when read at 23 ± 5°C

b) 3a or 3b not met

5. If baking is required, devices may be baked for 48 hours at 125 ± 5°C

Note: If device containers cannot be subjected to high temperature or shorter bake times are desired, reference IPC/JEDEC J-STD-033 for bake procedure

Bag Seal Date: _____
If blank, see adjacent bar code label

Note: Level and body temperature defined by IPC/JEDEC J-STD-020

LEVEL

MSL 等级

包装材料耐湿等级

贴片环境温度和贴片使用时间

存储温度

烘烤条件

包装失效条件