

LGA 器件锡珠产生原因及控制方法

付则洋 张琪 杨小健 周柘宁

(北京计算机技术及应用研究所, 北京 100854)

摘要: LGA 器件具备组装密度高、电子产品体积小、可靠性高等特点, 但底部焊端与壳体底面焊盘在同一水平面, 在生产过程中偶发焊接后器件底部存在锡珠缺陷。锡珠在表面组装生产中是一种典型缺陷, 轻则影响板级产品外观, 存在质量隐患、导致电路功能异常, 重则造成器件或印制板报废。通过对生产过程中会产生锡珠因素的钢网厚度、钢网开口方式、贴片压力、回流焊接温度进行优化, 从而解决锡珠问题, 提高 LGA 器件焊接合格率, 减少芯片报废率, 提高产品质量。

关键词: LGA 器件; 锡珠; 网板

中图分类号: TP391.9 A **文献标识码:** A

LGA Device Tin Bead Cause and Control Method

Fu Zeyang Zhang Qi Yang Xiaojian Zhou Zhening

(Beijing Computer Technology and Application Research Institute, Beijing 100854)

Abstract: LGA devices have the characteristics of high assembly density, small size of electronic products and high reliability, but the bottom welding end and the bottom surface of the shell are in the same horizontal plane, and there are tin bead defects at the bottom of the device after welding in the production process. Tin bead is a typical defect in surface assembly production, which can affect the appearance of board level products, lead to abnormal circuit function, and cause devices or printed boards to be scrapped. Through the optimization of steel mesh thickness, steel mesh opening mode, patch pressure and reflow welding temperature, which will produce tin bead factors in the production process, the tin bead problem can be solved, the welding qualification rate of LGA devices can be improved, the chip scrap rate can be reduced and the product quality can be improved.

Key words: LGA device; tin bead; mesh plate

1 引言

LGA (Land Grid Array) 是栅格阵列封装, 如图 1 所示, 主要在于它用金属触点式封装取代了以往的球状、针状引脚, 这类元器件具备组装密度高、信号传输多、可靠性高等特点, 在航天产品中广泛应用。但在生产过程中偶发焊接后器件底部存在锡珠缺陷。LAG 产生的锡珠所在位置主要是紧贴在器件底部与印制板中间的位置, 而且锡珠往往较大, 在器件侧面产生的锡珠一般较小并且位置靠近器件本体, 可以运用相应的手工方式将锡珠去除; 器件底部与印制板中间的位置很难通过清洗等手段去除, 需要通过对印制板

进行返工手段及换新器件从而去除锡珠。



图 1 LGA 器件结构图

针对 LGA 这种无引线底部扁平封装器件在焊接过程中产生锡珠, 无法用相应的手工方式将锡珠完全去除, 需要通过生产过程中产生锡珠的因素进行研究, 如钢网厚度、钢网开口方式、贴片压力、回流焊接温

度这些方法的优化从而解决锡珠问题。

2 实验材料与方法

2.1 印制板阻焊设计优化方法

为了避免焊膏在脱模过程中“下榻”，焊膏外溢至焊盘外的阻焊层下，存在的高度落差导致回流焊接时外溢焊膏无法收回，在间隙中留存并形成锡珠。

优化 PCB 阻焊设计，将焊盘与印制板阻焊层的距离在原有基础上向外延伸，使阻焊层与焊盘之间的间隙大于 0.125 mm。

2.2 底部焊端搪锡优化方法

为解决器件底部焊端搪锡去除焊锡时部分焊点存在残留过多焊锡的问题，对搪锡工艺进行优化，通过自动搪锡设备控制芯片浸入深度、搪锡时间、热风整平高度和时间，保证芯片搪锡后平整度较好。

2.3 网板开口设计优化方法

按 IPC—7525《Stencil Design Guidelines》标准要求，在满足开口面积和厚度比符合焊盘开口面积比和宽厚比：面积比大于 0.66、宽厚比大于 1.5 的基础上，采取调整钢网厚度的方式，选取 3 种不同厚度的网板分别为 0.12 mm、0.13 mm、0.15 mm，钢网外形尺寸制作面积比例缩小为 1:0.8、1:0.9 的方式控制锡膏量具体措施详见表 1。

表 1 防锡珠钢网设计

钢网	参数	厚度/mm	焊盘开孔比例
钢网 1		0.12	1:0.8
钢网 2		0.13	1:0.8
钢网 3		0.15	1:0.8
钢网 4		0.12	1:0.9
钢网 5		0.13	1:0.9
钢网 6		0.15	1:0.9

2.4 贴装压力优化方法

将贴片机识别的芯片厚度尺寸增加 0.1 mm 后进行贴装，避免贴装时器件下压造成焊膏外溢，按照不同钢网开口及厚度进行印刷，印刷后贴装后使用 X 光进行检查。

2.5 回流焊温度曲线优化方法

按照 GJB—3243《电子元器件表面安装要求》，升温斜率为 1~2 °C/s、保温区在 100~180 °C 之间、时间为 60~120 s，炉温设置温度见表 2。根据 LGA 特点

延长保温区的时间设置温度曲线，炉温温度曲线见图。

表 2 炉温设置温度

设置温度 /°C	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10
	150	160	170	170	170	190	200	245	253	245
温度参数 /°C	保温区温度 100~180									
时间参数 /s	保温区时间 119.50									

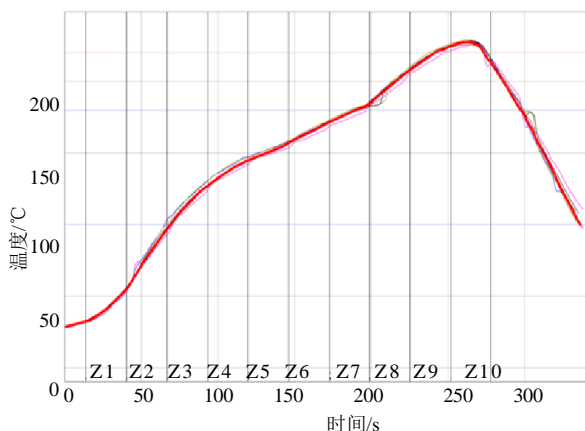


图 2 炉温温度曲线

3 实验结果

分别使用 6 种参数不同的网板印刷焊膏，焊接完成后，通过 X-Ray 检测仪对器件底部进行检查，器件底部焊点应边界光滑，轮廓清晰，大小均匀，无短路；锡珠直径符合 0.05~0.13 mm 范围，未构成相连 2 个焊点的电气连接如图 3~5 所示。

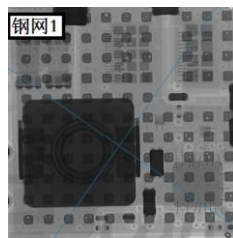
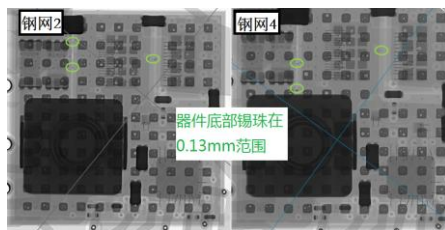


图 3 钢网 1 焊接后 X 光照片



a 钢网 2 b 钢网 4

图 4 钢网 2、4 焊接后 X 光照片

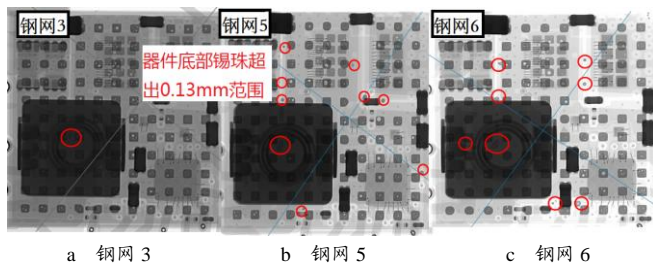


图5 钢网3、5、6焊接后X光照片

使用钢网1焊接后器件底部焊点边界光滑,轮廓清晰,大小均匀,无短路、无多余锡珠。使用钢网2、钢网4焊接后器件底部存在锡珠直径符合 $0.05\sim 0.13\text{ mm}$ 范围,未构成相连两个焊点的电气连接。使用钢网3、钢网5、钢网6焊接后锡珠虽然未构成相连两个焊点的电气连接,但锡珠直径不符合 $0.05\sim 0.13\text{ mm}$ 范围。

4 分析与讨论

4.1 锡珠的标准

在MILSTD—2000标准当中规定了焊接印制板上不允许有锡珠,且2个锡珠之间的绝缘间隙控制在 $0.05\sim 0.13\text{ mm}$ 为合格,如果锡珠的直径是大于或者等于 0.13 mm 则为不合格产品。LGA器件焊接后锡珠位置分为两类:一类锡珠出现在器件本体外,可通过清洗或手工剔除方式去除;另一类锡珠紧贴在器件底部与印制板中间的位置(见图6),器件底部锡珠已占器件底部间距的 $2/3$,这类锡珠缺陷目前没有方法去除,只能进行返工。

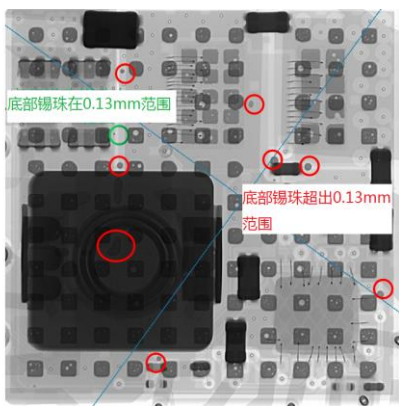


图6 底部锡珠

4.2 印制板阻焊设计分析

印制板阻焊设计不满足要求,焊盘与阻焊层存在高度落差(大于 0.04 mm),焊膏在脱模过程中“下榻”焊膏外溢至焊盘外阻焊层下,因高度落差的存在回流焊

接时外溢焊膏无法收回,在间隙中留存并形成锡珠^[2,4]。Linear (LGA 厂家)手册中推荐印制板阻焊层距离焊盘最小间隙为 0.125 mm 。但在某产品焊盘设计中存在阻焊层距离焊盘最小间隙小于 0.125 mm 的区域,且阻焊距离焊盘没有间隙。通过更改印制板焊盘设计解决印制板可制造性差的问题。

4.3 底部焊端搪锡分析

LGA器件属于底部焊端器件,焊端为镀金焊盘,根据QJ 3267—2006《电子元器件搪锡工艺技术要求》要求,器件焊接前应进行二次搪锡除金处理。由于器件底部焊端搪锡去除焊锡时部分焊点存在残留过多焊锡,如图7所示,回流焊接时残留过多的焊锡溢出焊盘外形成锡珠。

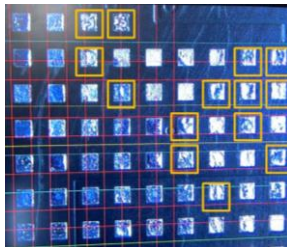


图7 手工搪锡

4.4 网板开口设计分析

由于LGA封装器件焊端与壳体基本在同一平面的结构特点,器件本体与PCB之间的距离很近,器件封装体底部只有金属端子或焊盘没有焊球,当锡膏印刷量较多时,器件贴放会将锡膏挤压溢出到焊盘外,在器件本体下面形成微小球状焊料珠或不规则形状的焊料粒,回流焊时,融化的锡膏聚成圆球,在冷却时形成锡珠^[3]。

原印刷钢网的厚度为 0.12 mm ,LGA器件尺寸 $8.89\text{ mm}\times 8.89\text{ mm}$ 、焊盘尺寸 $0.632\text{ mm}\times 0.632\text{ mm}$ 、器件焊盘间距 1.27 mm ,器件焊盘印刷钢网开口面积达到器件焊盘尺寸($0.6\text{ mm}\times 0.6\text{ mm}$)的90%,印刷后LGA器件底部锡膏与印制板焊盘最外边齐平,详见图8,符合焊膏覆盖焊盘面积85%的标准,但受器件贴装时器件本身重量或贴装压力使焊膏面积增加,存在焊膏溢出焊盘的可能。

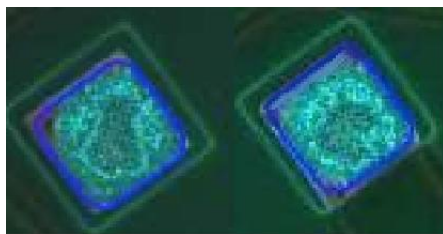


图8 焊膏溢出

4.5 贴装压力分析

贴装过程中存在贴装压力及贴装高度，为了保证保证器件与焊膏的充分接触，贴装时会有一个向下的压力，使焊膏和器件焊盘粘附到一起，贴装时器件下压会使焊膏有少量的外溢，外溢出的焊膏被挤压到下面的阻焊层上，在回流焊时焊锡熔化在元件的周围形成锡珠。发现贴装后存在锡膏溢出 LGA 焊盘的情况，见图 9。

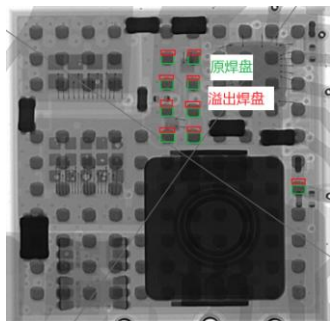


图 9 贴装后 X 光检查

4.6 回流焊温度曲线分析

回流焊接预热过程中，如果印制板组件升温速度过快，焊膏中的助焊剂会在预热过程中挥发出来，助焊剂挥发速度过快，会提高热塌落和飞溅发生的几率，导致部分焊膏被主体分离形成锡珠^[1,3]。保温阶段主要是让助焊剂充分地激活，去除元件焊盘或者金属表面的氧化物，减少不同元件温差，这阶段升温过快，会导致助焊剂没有充分活化，未能去除元件焊盘的氧化物，形成锡珠多余物^[5]。因为 LGA 器件与印制板之间高度很小，排气通道狭窄，回流焊过程中焊膏如果升温过快，会导致助焊剂无法充分活化，所以需要较长的保温时间和助焊剂充分活化。

5 结束语

在 LGA 器件生产中有很多因素会导致锡珠的产生。印制板阻焊设计不满足要求、焊盘与阻焊层存在

高度落差大于 0.04 mm、焊膏在脱模过程中“下塌”的焊膏外溢至焊盘外的阻焊层下，因高度落差的存在，回流焊接时外溢焊膏无法收回，在间隙中留存并形成锡珠。器件底部焊端搪锡去除焊锡时部分焊点存在残留过多焊锡，回流焊接时残留过多的焊锡溢出焊盘外形成锡珠。钢网开口不合理锡膏印刷量较多时，器件贴放会将锡膏挤压溢出到焊盘外，在器件本体下面形成微小球状焊料珠或不规则形状的焊料粒，回流焊时，融化的锡膏聚成圆球，在冷却时形成锡珠。贴片压力由于贴装压力或贴装高度的存在，器件在贴装时的下压的动作导致焊锡溢出形成锡珠。回流焊接预热阶段快速升温，焊膏中的溶剂挥发速度过快，致使一些焊膏被迫从主体分离形成锡珠。

通过对印制板阻焊设计优化，使阻焊层与焊盘之间的间隙大于 0.125 mm，使用自动搪锡设备控制芯片浸入深度、搪锡时间，保证芯片搪锡后平整度较好，对钢网外形尺寸制作面积比例缩小的方式控制锡膏量，在贴片机识别芯片厚度尺寸上增加 0.1 mm 后进行贴装，并根据 LGA 特点调整温度曲线，延长保温区的时间，通过以上优化研究解决锡珠问题，确保 LGA 在产品上的可靠应用。

参考文献

- [1] 戴建华. SMT 生产工艺中产生锡珠的原因分析及防控措施精密制造与自动化[J]. 精密制造与自动化, 2014, 44(2): 254-263.
- [2] 梁剑, 郑正德, 王玉. BTC 器件底部助焊剂残留物形成机理与影响研究[J]. 电子工艺技术, 2018, 44(2): 254-263.
- [3] 王文龙, 陈帅, 谭小鹏. LGA 器件焊点缺陷分析及解决措施[J]. 电子工艺技术, 2021.
- [4] 贾忠中. QFN 热沉焊盘空洞形成机理与解决措施[J]. 电子工艺技术, 2017.
- [5] 李新满. 电子焊接制程产生“锡珠”的原因及防控措施分析[J]. 无线互联科技, 2016.