

一种 QFN 封装器件焊接故障分析

田景玉 孙守红 刘 剑

(中国科学院长春光学精密机械与物理研究所, 长春 130031)



摘要: 结合工程实践, 介绍了 QFN 封装器件的优点和结构特点, 从印制电路板裸板制板工艺、装联工艺两方面分析了一种 QFN 器件产生故障的原因, 并给出了解决办法。通过改变制板工艺、改进网板设计等手段, 有效解决连焊等问题并增强元器件的装联可靠性。介绍了其返修过程中应注意的工艺问题, 并给出了 QFN 器件的可靠装联工艺。

关键词: QFN; 焊接故障; 网板设计

Welding Failure Analysis of One QFN Packaging Device

Tian Jingyu Sun Shouhong Liu Jian

(Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130031)

Abstract: Combining with the actual project, the merit of the QFN device and its characteristic are introduced. The reason for the failure of one QFN packaging device is analyzed and solutions are given from the techniques of PCB manufacture and assembly. Through improving PCB techniques and stencil design, the problem of QFN assembly can be solved. At last, the repair technology is introduced and the assembly technology of QFN device is recommended.

Key words: QFN; welding failure; stencil design

1 引言

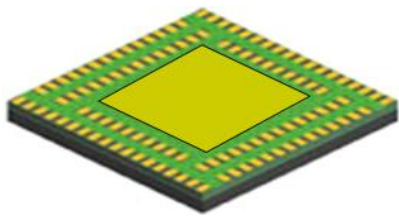


图 1 器件焊盘示意图

QFN (Quad Flat Non-lead) 封装呈矩形或正方形, 是一种无引脚封装, 如图 1 所示。封装材料为陶瓷或塑料, 电极触点中心距离一般为 0.5mm, 0.65mm 或 1.27mm。起导热作用的大面积裸露焊盘置于封装底部中央位置, 起电气连接作用的导电焊盘置于导热大焊盘封装外围四周。由于没有引脚和外引线, 与传统的

QFP 封装相比, QFN 封装高度较低, 贴装占有面积较小。且 QFN 导电焊盘与内部引脚之间导电路径短, 布线电阻及自感系数较低, 具备卓越的电性能。在对重量、尺寸和性能都有苛刻要求的应用环境中, QFN 封装器件特别适合。

与 28 引脚的 PLCC 器件相比, 32 引脚的 QFN 器件面积为 5mm×5mm, 是 PLCC 器件面积的 16%; QFN 器件厚度为 0.9mm, 是 PLCC 器件厚度的 20%, 重量为 0.06g, 是 PLCC 器件的 5%^[1]。上述特点决定了 QFN 封装器件被广泛应用于高密度的印制电路板上。与此同时, 也对该种器件的装联和返修提出了挑战。近日, 在焊接一片 158 脚, 焊盘间距为 0.5mm 的芯片时, 发生了连焊问题。事后, 将问题芯片解焊, 并针对连焊进行了分析。

2 QFN 封装器件焊接故障分析

作者简介: 田景玉 (1988-), 硕士, 材料科学与工程专业; 研究方向: 电装工艺技术、材料工程技术。

收稿日期: 2015-04-22

该 QFN 封装芯片焊盘为三层结构, 内层为大面积散热焊盘; 中间和外层为有实际电气功能的焊盘; 欲通过中间层焊盘将管脚信号引出, 但由于受到焊盘间距过小的限制, 只能以在焊盘上打金属化孔的方式解决。芯片失效后, 将芯片解焊下来, 并从制板工艺、装联工艺两方面分析故障。

2.1 印制电路板制板工艺问题

拆卸完芯片后, 在检查印制电路板的过程中, 发现了如下问题。

a. 印制电路板焊盘尺寸过小, 如图 2 所示。同一个芯片的焊盘出现了 $1\text{mm}\times 1\text{mm}$ 的标准焊盘和大量的形状不规则的焊盘并存的现象。其中最小焊盘面积仅为 $0.6\text{mm}\times 0.8\text{mm}$, 且均向一侧偏移。此类焊盘很



图 2 焊盘尺寸偏小

锡膏从金属化孔漏了下去, 很难形成良好的焊点。与此同时, 部分没有金属化孔的焊盘焊接后形成的焊点高度要高于有金属化孔焊盘的焊点, 焊点同时存在连焊与空焊两种看似矛盾的风险, 即使勉强完成焊接, 焊点形状也会很不规则, 可靠性难于保证。

c. 焊盘金属化孔盖绿油, 如图 4 所示。绿油本身是一种阻焊膜, 当焊盘上的金属化孔盖绿油并刮完锡膏后, 在焊接过程中很难形成良好焊点, 极易造成焊锡向没有绿油的焊盘一侧过量堆积或者以焊料球的

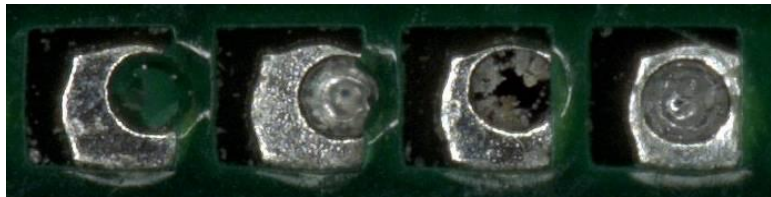


图 4 焊盘金属化孔盖绿油

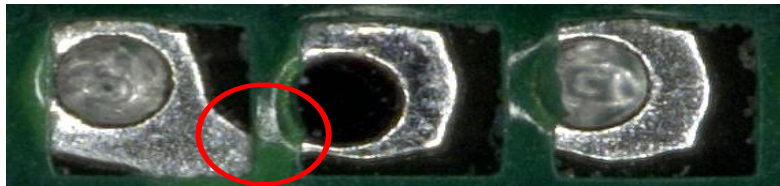


图 5 金属化过孔偏斜

容易在刮膏后的焊接过程中出现问题。小焊盘周围的空白区域被刮满锡膏后, 在回流焊接过程中这部分锡膏会因为底部无焊盘, 无法成为焊点的一部分, 进而形成分散的小焊锡珠, 形成多余物, 极易造成短路等失效。有焊盘的区域因为焊盘面积较小, 形成的焊点较正常焊点小很多, 若与周边的多余焊锡膏粘连容易形成异形焊点。

b. 金属化孔占焊盘面积过大, 如图 3 所示。这个焊盘存在的问题很多, 首先是焊盘尺寸小, 其次焊盘形状不规则, 更为严重的是金属化孔面积几乎占到焊盘面积的 80%。焊盘刮完锡膏加热时, 一部分没有在焊盘上的锡膏变成了焊锡球, 另一部分在焊盘上的焊

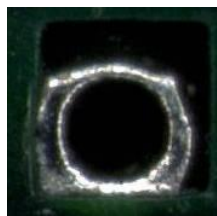


图 3 金属化过孔面积占焊盘面积过大

形式残留在焊盘周围, 会导致大面积连焊或者出现大量多余物。

d. 金属化孔偏斜。金属化孔偏斜是一种较为严重的缺陷, 由于焊盘本身存在着尺寸小、形状不规则、焊盘间距小的情况, 金属化孔偏斜又进一步缩小了焊盘间距, 在焊接过程中极易形成连焊, 从而导致短路。图 5 红色圆形区域内, 两个裸焊盘几乎已经连在了一起。

通过上述分析可以发现, 该印制电路板制板工艺

存在严重缺陷是导致连焊问题产生的直接原因。

a. 改进制板工艺, 增加焊盘的定位精度和尺寸精度, 最大限度地减少焊盘尺寸不准确、形状不规则等问题的产生;

b. 选用激光钻孔工艺和铜金属化工艺。激光钻孔工艺可以形成微小的导通孔, 将 PCB 与 IC 基板可靠互连。与传统的在孔壁上形成金属化的方法不同, 铜金属化工艺可以用铜填满微导通孔。选用这两种工艺可以控制机械金属化孔的尺寸, 保证焊接可靠性^[2]。

2.2 装联工艺问题

在 PCB 制板质量存在严重缺陷的情况下, 很难完成焊接并投入正常使用的。如果要当作实验产品完成装联工作, 则必须采取补救工艺, 仍然按部就班地采用网板、刮膏、对正贴片、焊接这样的焊接工艺流程很大可能上会导致连焊。针对上述情况, 目前比较可行的是采用“双侧搪锡”的方法。所谓“双侧搪锡”是对 PCB 焊盘与器件焊盘均进行搪锡操作, 每个焊盘的锡量可控且搪锡位置准确, 在焊接过程中不会存在因多余锡膏熔化形成连焊或飞溅焊球的问题。

2.3 QFN 器件返修工艺

QFN 器件焊盘完全隐藏于元件封装底部, 其返修与 BGA 封装器件类似, 但又有其自身特点:

- a. 空间狭小, 刮锡膏困难;
- b. 元器件排布密度大, 解焊及焊接过程中易对周边器件焊点造成扰动;
- c. 芯片自身轻薄小巧, 传热速度快, 在受潮情况下直接拆卸容易出现爆米花现象;
- d. 升温速度过快易导致芯片变形。

针对上述问题, 在 QFN 器件返修过程中应采取相应工艺手段加以解决:

- a. 利用网板针对 QFN 器件刮膏;
- b. 采用隔热材料遮挡、防护 QFN 器件以外的区域;
- c. 返修前对印制电路板进行烘干处理;
- d. 合理设置温度曲线, 详见表 1。

表 1 QFN 器件返修温度曲线设置表^[3]

温区	锡铅焊料		无铅焊料	
	温度/℃	时间/S	温度/℃	时间/S
预热	100~120	60~90	130~140	100
保温	160~170	90	140~170	90
升温	-	-	170~225	200
再流焊	最大 220	60	225~235	15~30
冷却	60	30~60	60	30~60

3 QFN 封装器件装联工艺

对于该种元器件在制板质量良好的前提下, 其焊接工艺也是值得探讨的。一般而言, 影响其装联质量的因素有以下几个方面: 其一是设计因素。设计师在产品阶段必须考虑产品的可制造性问题。比如这里出问题的印制电路板焊盘, 设计师应该在投板时明确告知对方应采用激光打孔、填铜工艺, 这样才能在源头上解决问题; 其二是 PCB 加工能力问题。印制电路板制板厂商的加工能力在很大程度上影响着产品最终的装联质量。PCB 生产厂家必须有能力保障此类小焊盘的定位精度、尺寸精度, 否则后患无穷; 最后才是装联工艺问题。QFN 封装器件的装联工艺网板设计、刮膏、贴片、曲线设置、焊接等工序, 后几个都是比较成熟的。其中, 需要重点考虑的是网板设计。在网板设计过程中, 通常需要考虑以下几个方面问题:

- a. 网板的厚度。PCB 焊盘上印刷的锡膏量由锡膏厚度决定, 而锡膏厚度由网板厚度控制; 在回流焊接时, 过大的锡膏量会导致桥连。当 QFN 封装间距为 0.5mm 时, 网板厚度应为 0.12mm。
- b. 网板的开口尺寸。网板的开口尺寸必须小于等于 PCB 焊盘尺寸, 这样才能保证没有多余的锡膏残留在印制电路板上形成锡珠而导致短路。建议网板的开口尺寸应略小于 PCB 焊盘尺寸;
- c. 散热焊盘的处理。大面积散热焊盘既是 QFN 封状器件的特点也是其装联的难点。散热焊盘上过大的焊膏面积会导致焊球、溅射等多种缺陷。

如果大散热焊盘上的锡膏设计为一个整体, 那么在焊接过程中又会影响到气体的散出, 容易形成大量焊点空洞。综上两条所述, 散热焊盘锡膏不应覆盖整个焊盘, 同时应分割成几个部分。但是, 锡膏量过少也会导致焊接完成后元器件焊盘与印制电路板焊盘之间的焊锡量不足, 从而影响散热效果。要解决这个问题, 应该通盘考虑, 在设计散热焊盘区域网板时可采用多开小口来取代一个大开口, 焊膏覆盖量的典型值为 50%~80%, 可根据实际情况灵活选择小口的具体数量, 如图 6 所示。

(下转第 52 页)