

硬件工程师必须知道的PCBA生产工艺

原创 LR梁锐 电路啊 2025年09月07日 13:22 广东

做硬件，堆经验。

实际案例能涨经验值，一般教科书是理论为主，案例要么太少，要么不够生动。

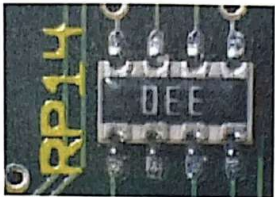
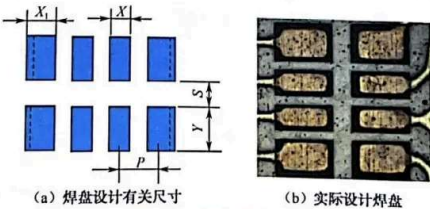
所以本公众号尽量写有实际案例的文章。

最近看的一本书非常棒，前面讲SMT生产制造的理论，后面附上了大量实际生产过程中的不良整改案例，非常值得一读。

硬件工程师需要跟生产线，看过这些案例，以后在产线现场遇到问题也会更加从容。

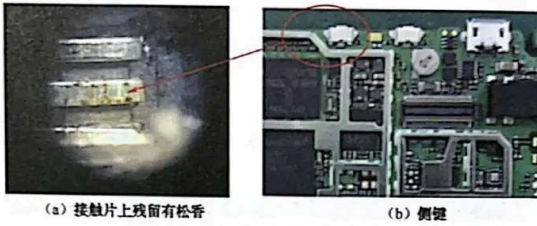
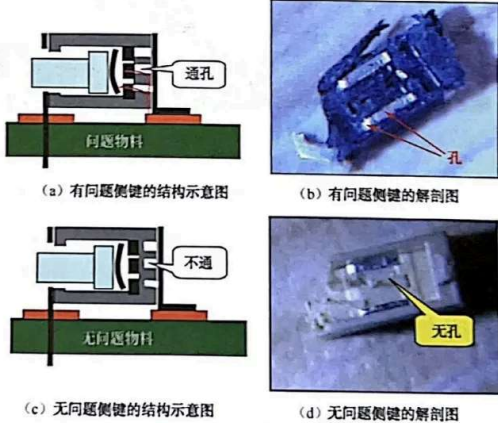
下面摘取几个案例，图文并茂，读起来仿佛正在现场处理问题。

1、片式排阻虚焊（开焊）

9.4 片式排阻虚焊（开焊）	
现象	<p>焊端与焊盘没有形成弯月面，如图 9-9 所示。</p>  <p>图 9-9 排阻虚焊</p>
原因	<p>（1）片式排阻（或称电阻排），如果制造时“碎片”和“电极浸涂”工艺控制不好，容易造成端电极镀层厚度不同，形成类似共面性差的问题。共面不好就会导致开焊，这种情况下熔融焊锡就不可能爬上焊端，形成弯月面。</p> <p>（2）贴片偏位。</p>
对策	<p>生产现场：</p> <p>（1）增加焊膏厚度。</p> <p>（2）准确贴片。</p> <p>设计方面：</p> <p>（1）尽可能减小 <math>S</math> 尺寸，如图 9-10 所示，目的是减少因偏位导致的虚焊。</p> <p>（2）适当增加四角焊盘的宽度尺寸 <math>X_1</math>，如图 9-10 所示，目的是希望通过四角焊点的表面张力使排阻自动进行定位，从而减少排阻中间四个焊端可能的虚焊。</p>  <p>（a）焊盘设计有关尺寸      （b）实际设计焊盘</p> <p>图 9-10 焊盘设计改进</p>
说明	<p>手机 EMI 元器件比片式排阻工艺性更差，由于侧棱倒圆，更容易发生虚焊。应该把焊盘内伸作为一个改进选项。</p> <p>公众号 · 电路啊</p>

2、手机侧键内进松香

### 9.19 手机侧键内进松香

<p>现象</p>	<p>手机侧键焊接后出现 20% 以上的断路，拆开后看到内部接触片之间有松香痕迹，如图 9-47 所示。</p> <div data-bbox="576 253 1115 477">  <p>(a) 接触片上残留有松香 (b) 侧键</p> </div> <p>图 9-47 手机侧键内进松香</p>
<p>原因</p>	<p>对比有问题物料和无问题物料（同品牌），结构上有一个不同，就是有问题物料上有小孔直接通内部触条，而无问题物料小孔为非通小孔，如图 9-48 所示。</p> <div data-bbox="596 672 1096 1093">  <p>(a) 有问题侧键的结构示意图 (b) 有问题侧键的解剖图 (c) 无问题侧键的结构示意图 (d) 无问题侧键的解剖图</p> </div> <p>图 9-48 按键结构示意图</p> <p>此孔以及外金属框与塑料体间隙成为焊剂毛细通道，焊接时，熔化的松香由于表面张力很小被吸附进按键内部，从而导致弹片与触条之间的接触不良。</p>
<p>对策</p>	<p>(1) 换用无问题物料。 (2) 或小孔侧的脚（主要起加固作用）不焊接。</p> <p>公众号 · 电路啊</p>

### 3、HDI板焊盘上的微盲孔引起的少锡 / 开焊

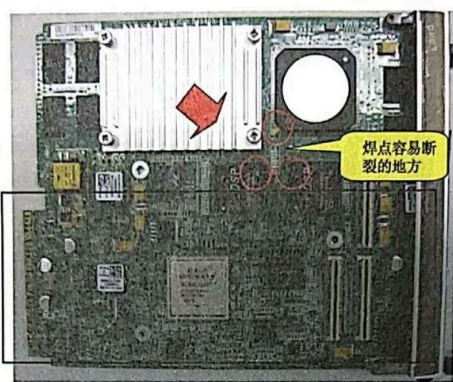


## 第 11 章 由设计因素引起的工艺问题

### 11.1 HDI 板焊盘上的微盲孔引起的少锡 / 开焊

现象	<p>某晶振虚焊如图 11-1 所示，其不良比例大约为 2%。</p>  <p>图 11-1 晶振虚焊</p>
原因	<p>晶振第二脚焊盘上有 4 个盲孔，如图 11-2 所示，吸附部分焊锡，引起焊盘少锡而开焊。</p>  <p>图 11-2 焊盘上有盲孔</p>
对策	<p>扩大晶振第二脚钢网开孔，增加焊锡量，补偿盲孔分流的焊锡。钢网扩大后，生产过程中没有发现晶振虚焊现象，问题得到解决。</p>
说明	<p>HDI 孔因为是盲孔，理论上应该不会发生吸锡问题，但事实并非如此。此案例具有典型意义，告诉我们即使非常小的盲孔都可能引起少锡问题，因此，设计上应该坚决杜绝在焊盘上打多个盲孔的设计，如果一定要这样设计，盲孔必须作电镀填铜处理。</p> <p style="text-align: right;">公众号 · 电路啊</p>

#### 4、散热器弹性螺钉布局不合理引起周边BGA的焊点拉断

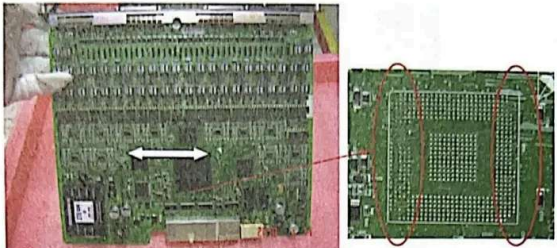
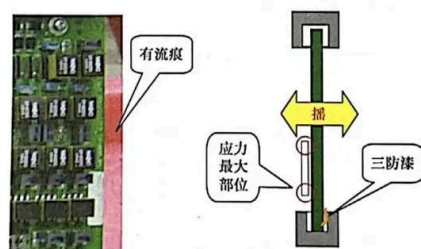
## 11.6 散热器弹性螺钉布局不合理引起周边 BGA 的焊点拉断

现象	<p>图 11-13 所示的 BGA 靠近螺钉焊点出现断裂现象。</p>  <p>图 11-13 BGA 焊点断裂</p>
原因	<p>图 11-14 所示类型的散热器安装方式，如果螺钉距离 BGA 比较远，则很容易引起 PCB 的变形。PCB 的变形，会引起附近 BGA 临近部位焊点的断裂，这是应力长期作用的结果。一个明显的标志就是 PCB 变形严重。</p>  <p>图 11-14 PCB 变形情况</p>
对策	<p>改进设计，将螺钉布局在 BGA 边 10mm 范围内，减少 PCB 的变形，如图 11-15 所示，从而减轻对临近安装 BGA 焊点的损伤。</p>  <p>图 11-15 较合理的螺钉布局设计</p>

### 5、多次弯曲造成的BGA焊盘被拉断



### 13.3 多次弯曲造成的 BGA 焊盘被拉断

<p>现象</p>	<p>某板三防处理后发现 BGA 焊点高比例断路，用返修工作站拆除 BGA 后，看到 BGA 的两侧有很多焊盘被拔起，如图 13-4 所示。</p>  <p>图 13-4 失效单板与焊点断裂现象</p>
<p>原因</p>	<p>焊盘拉断是典型是机械损坏。从 BGA 焊盘拉断的部位看，一定是 PCB 在某操作环节发生了水平方向的多次弯曲，如图 13-5 所示。</p> <p>了解装焊过程得知 PCBA 在涂覆前曾经过 ICT 测试，说明问题出在测试后的装焊过程。进一步了解获知因 PCBA 在喷涂三防漆未干状态下直接插入单板车而无法抽出来，于是操作工就用手先把 PCBA 摇松再抽拔出来（还没有装面板），这个动作与上述损坏原因一致，经现场验证，故障复现。</p>  <p>图 13-5 操作示意图</p>
<p>说明</p>	<p>本案例不是典型的，纯粹是因为操作不规范引起的。</p> <p>之所以选择此案例，主要用于提醒装焊环节必须注意有 BGA 板的操作，即严禁多次的弯曲！</p> <p style="text-align: right;">公众号 · 电路啊</p>

以上案例出自《SMT核心工艺解析与案例分析》这本书，127个典型应用案例，就说涨不涨经验吧：



感兴趣的读者可以买一本支持一下，本文不是广告，就不放购买链接了。

读书笔记·目录

上一篇·《大话芯片制造》：芯片制造领域的知识宝藏

阅读原文