

# PRINTED CIRCUIT DESIGN & FAB CIRCUITS ASSEMBLY

pcdandf.com  
circuitsassembly.com  
February 2014

## Do Nanocoatings Extend Stencil Underwipe Intervals?

## 纳米涂层延长模板擦拭间隔？

Solder Flux Shown Under UV Light

Chip-Package-Board  
Design Methodology

Grounding Large Vias

Finding the Right Reflow Profile



# 降低锡膏印刷模板清洁擦拭频率

新的纳米涂层研究让用户“看到”锡膏在印刷模板下的流动过程

作者：CHRY S SHEA 和 RAY WHITTIER

锡膏印刷模板纳米涂层能够延长模板底部擦拭的间隔时间吗？在SMTAI进行一项较大的模板研究项目中，我们对模板纳米涂层的效果做了一个快速测试。我们在一个确实非常复杂的测试工艺中使用了两块经纳米涂覆的细纹模板，一块模板每次印刷后均进行清洁擦拭，另一块则每十次印刷擦拭一次。这块PCB组装在未引进纳米涂层模板之前，最好的工艺记录是每次印刷后进行一次vac-dry-vac模板清洁擦拭，所以我们当时几乎肯定擦拭间隔延长十倍一定会降低印刷质量，即使使用纳米涂层模板。

结果却非常让人惊讶：十次印刷后不做擦拭不仅没有降低印刷工艺的质量，反而提高了印刷质量！十次后不擦拭模板比每十次印刷擦拭一次的良率更高，工艺重复性也更好。而且我们确认这不是偶然，因为我们前后使用两代不同的SAMP纳米涂层，都得到同样的结果。

令人吃惊的结果勾起了我们去了解发生性能改进原因的好奇心，显然，数字是再清楚不过了：良率更高，印刷的锡膏体积的变化范围更小，所以我们很想“看到”究竟发生了什么情况。于是，我们设计了一个测试方法，旨在用直观视觉的方式去了解锡膏与模板之间的相互作用。我们将印刷模板的一半进行了纳米涂覆，并在锡膏中添加了UV示踪染料。

我们的供应商对这项研究调查极为支持。Indium 公司帮忙在Vicor 的普通锡膏中添加了UV示

踪剂，这样，我们就不必为这项测试另找材料了。Aculon 公司提供了足够多 NanoClear 材料和一只达因笔，帮助我们在模板上生成可靠的掩模和涂覆层。Kyzen 公司提供了针对 Vicor 锡膏和纳米涂层模板的、之前已经验证过的、浸润了清洁溶剂的擦拭纸巾材料。有了这些现成的材料和测试组装板，我们需要做的就是生产线上跑几个测试而已。

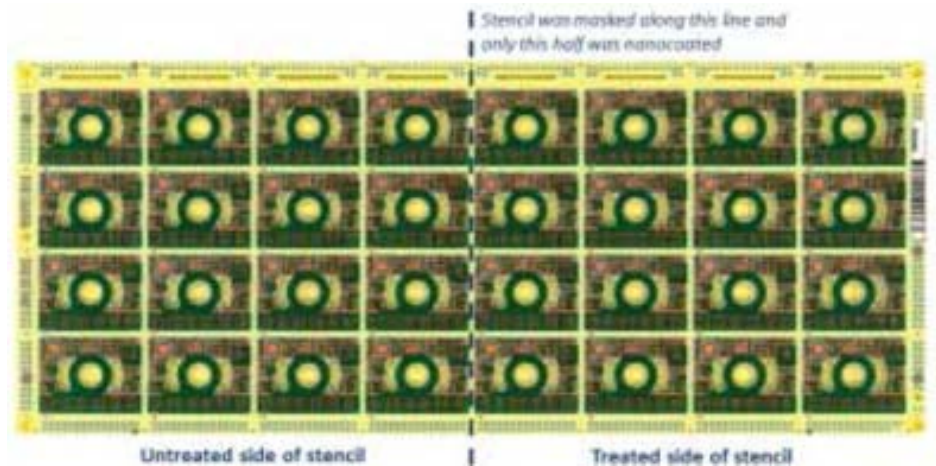


图1. 测试使用的实际生产线PCB组装板上有大约8,500个 $\mu$ BGA开孔和1,900个0201开孔。

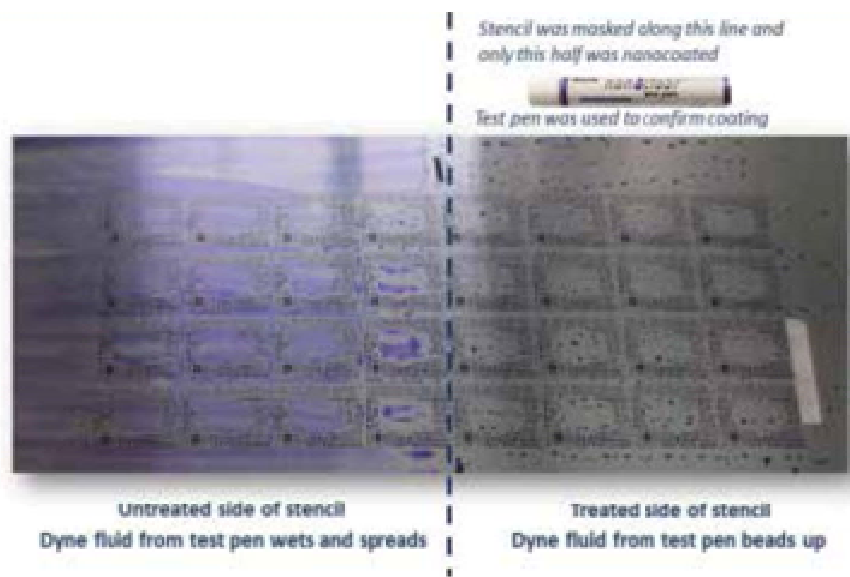


图2. 掩模和涂覆后的印刷测试用模板。



我们最喜欢的一套测试组装正好有一块没有用的、相对较新、而且还没有做过涂层的印刷模板——如图1所示：3x7"的印刷区域上竟然挤着接近15,000个开孔。我们将印刷区域临时一分为二，用掩模遮盖住一半并对另一半进行了纳米涂覆。PCB板上是4x8的阵列布局。使用这样一半有纳米涂层、另一半没有涂层的模板，可以对两组4x4的阵列进行正面的比较（图2）。印刷工艺中的其它参数变量都保持不变，因此，纳米涂层对模板清洁、印刷清晰度、模板底部擦拭作用等因素所产生的效果，就能够被清楚地隔离出来进行比较。我们先做了几次尝试，用数字显微镜和UV灯记录下直观视觉上的差异。

接着，我们进行了10次无底部擦拭的印刷。模板底部助焊剂在UV灯的照射下发出荧光，显示出助焊剂在印刷工艺过程中流动的位置。图3和图4分别显示0.5mm间距BGA区域的模板底部和0.5mm间距QFN+0201区域的模板底部。上面两幅图片是擦拭之前的模板底部。未经纳米涂层处理区域的开孔比经过处理区域的开孔，明显有更多的助焊剂毛吸或抹污痕迹。很多情况下，纳米涂层处理过的开孔边缘清晰可见，这说明此处的开孔比未处理的开孔能更好地包含锡膏。有些未经处理的开孔之间已经有助焊剂连接。

下一步测试是10次印刷后做一轮vac-dry-vac清洁擦拭，结果参见

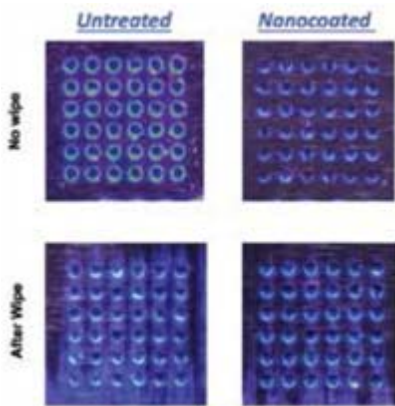


图3. 0.5mm BGA印刷区域模板底部对比：有/无纳米涂层和干擦拭前/后。

图3和图4的下面两幅照片。哇！看到了吗？底部擦拭确实能够去掉散落、妨碍模板底部密封性的锡珠，但不能清除助焊剂。相反，干擦拭过程还将助焊剂抹涂到整个模板底部。纳米涂层的效果再一次彰显无遗：对于干擦拭而言，有纳米涂层的区域比无涂层要好得多，虽然还有一些助焊剂残留痕迹。

10次印刷后进行一轮vac-dry-vac干擦拭居然在模板两侧造成助焊

剂抹污，而经过纳米涂层处理的部分显示出较少的助焊剂抹污，开孔中锡膏残留也很少。当我们使用预先浸润了清洗液的擦拭纸巾手动清洁模板底部，并立刻做一轮机设自动vac-dry-vac干擦拭，经纳米涂层处理的区域被擦得干干净净，而没有涂层的区域，仍然泛着“能说明问题的”荧光。不幸的是，测试中数字显微镜设备未能捕捉到很好的图像；我们计划在后续实验中使用更好的拍照方法。

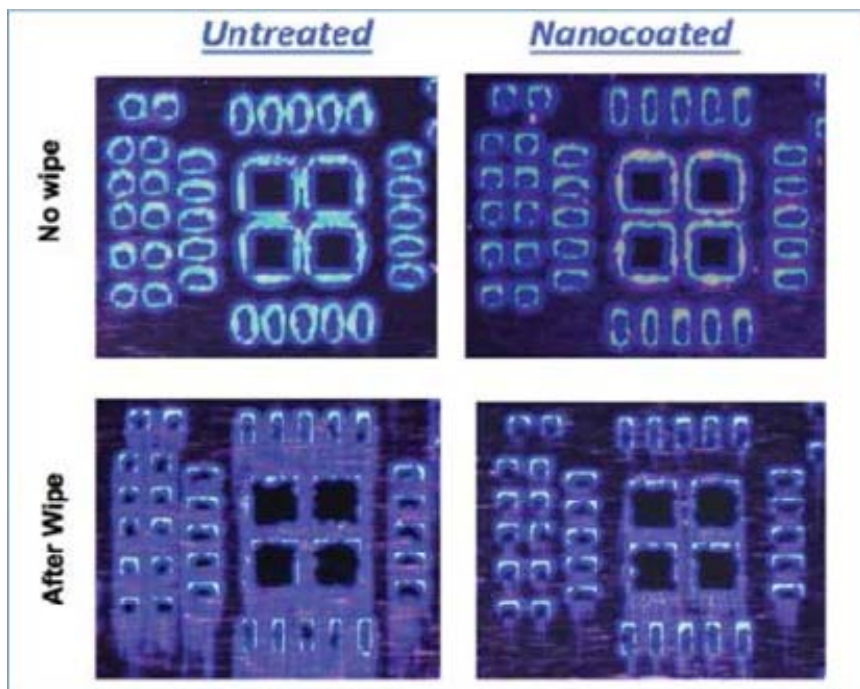


图4. 0.5mm QFN和0201的模板底部：有/无纳米涂层，干擦拭前/后

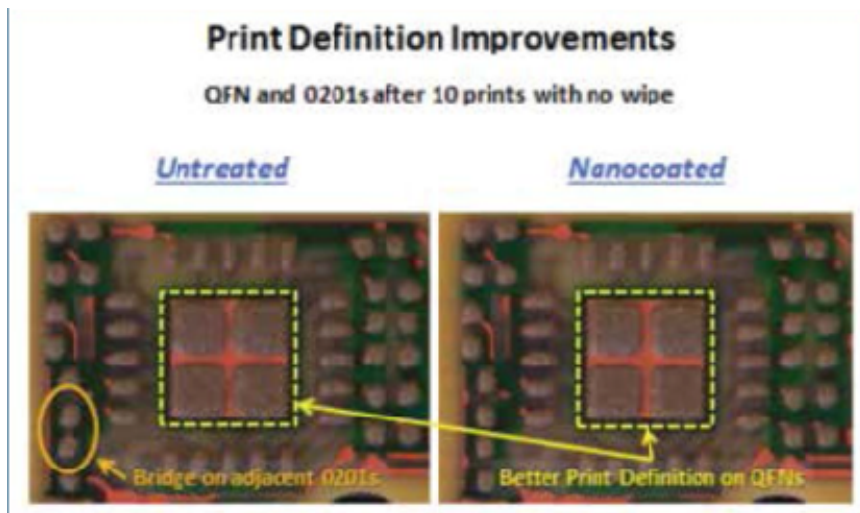


图5. 同一PCB上QFN及0201的印刷区域。模板有/无纳米涂层，印刷清晰度不同。

## Selective Soldering System with Built-in Spray Fluxer

Pb-Free



Stable Solder Flow



Specially Designed Flow Bath  
Stable Nozzle Temperature



Point Spray Fluxer

### Designed For Use with Multilayer and High Density PCBs

The STS-2533S is a new Selective soldering system equipped with a Servo Jet Spray Fluxer system. The Servo Jet system allows for precise flux application on small targets and through hole components. XYZ-Programmable solder wave from a special nozzle allows users to make lead soldering easy and accurate.



See more at:  
[www.seikausa.com/seltec](http://www.seikausa.com/seltec)

Seika Machinery, Inc.

Los Angeles Office  
(Headquarters):  
3528 Torrance Blvd.  
Suite 100  
Torrance, CA 90503  
Phone: (310) 540-7310  
Fax: (310) 540-7930

Atlanta Office:  
1580 Boggs Road  
#900  
Duluth, GA 30096  
Phone: (770) 446-3116  
Fax: (770) 446-3118

Visit us at IPC APEX  
EXPO Booth 2433

最初开始实验的时候,我们仅仅是希望能够直观地记录一下有或者无纳米涂层的区域上锡膏与印刷模板之间的相互作用。经过几周的策划、落实供应商的协助、并安排产线计划,最终得到的两种不同情况下的实际结果,对比竟如此得大,这绝对出乎意料令人兴奋不暇。不过,我们还希望在这个实验中能看到一些其它的东西——即锡膏印刷本身的差异。从两年前对纳米涂层的第一次研究开始,我们就注意到纳米涂层模板的锡膏通过率(TE)比未涂层模板稍低。我们的猜想是,造成较低锡膏通过率的原因是印刷好的锡膏有了更清晰的轮廓,但是对这个猜想并没有进一步的正式调查研究。

除了拍摄模板底部,我们还拍摄了锡膏印刷后的照片。目的就是为了专门观察一下印刷本身轮廓的清晰度是否存在很大差别。可惜的是,BGA区域无法做到这一点,因为数字显微镜最大放大率为40X,自顶向下的视图无法拍摄BGA区域印刷的锡膏,而自动聚焦范围内也无法从倾斜角度拍摄PCB。然而,QFN和0201区域的照片不可否认地证明了纳米涂层给印刷轮廓的清晰度带来的差异。

图5显示的QFN和0201的结果,是没有进行底部擦拭的第10次印刷,对应图3的开孔结果。过量助焊剂/锡膏污染模板底部后造成的结果很明显:相邻0201元件的两个焊盘发生桥接,而QFN接地焊盘上能明显看出印刷轮廓清晰度的差异。虽然我们目前只有这一个数据点,但已经可以强烈印证前面提到的假设,即较低的锡膏通过率TE值与印刷轮廓清晰相关,二者的关系还有待进一步研究。

本文中的所有测试细节将发表在下月IPC Apex会议上。正如前面提到的,我们正在计划下一轮实验,将通过拍摄高倍图片并使用锡膏检测SPI系统抓取3D模型,测量锡膏印刷体积,从而更仔细地观察印刷清晰度与锡膏从开孔的通过率之间的关系。高分辨率成像还将用来描述不同擦拭参数在有纳米涂层和无涂层区域产生的不同效果。两个研究小组将汇总他们对涂层和擦拭工艺的研究发现,从而制定并完成一套完整的DOE实验设计研究。

理解模板涂层、模板清洁度、模板可清洁性、印刷质量、以及成本节约的关系,目前在处在一个非常基本的层次。很多现有的改进和折衷方案,都有待更清晰地去特征化的描述。这些方案一方面很明显,另一方面又很微妙,继续在实验室和生产运营中进行研究迟早会为锡膏印刷工艺提出进一步的数学公式描述。不过,有一点我们是肯定的:这种几分钟就能涂抹在模板上的、价格合理并易于使用的涂层,确实大大改变了印刷工艺——这是已经能够直观看到的结果。CA

作者介绍: CHRYS SHEA, Shea工程服务公司创始人(公司网址:[sheaengineering.com](http://sheaengineering.com)); 电子邮件:[chrys@sheaengineering.com](mailto:chrys@sheaengineering.com)); RAY WHITTIER, Vicor公司SMT工艺主任工程师(网址:[vicr.com](http://vicr.com))