

PCB 生产与测试:有关无铅工艺的建议

第一部分——热风焊料整平(HASL)中的问题

德国,巴尔弗, Balver-Zinn 公司: Thomas Berger

摘要

无论是竖直还是水平工艺,无论使哪种品牌的设备,热风整平工艺中的主要挑战是一样的。在这一工艺操作期间,铜含量的增加,必然带来焊料槽温度的升高。在 PCB 生产与测试系列文章的第一篇中,无铅焊料专家 Thomas Berger 将阐述怎样有效地解决“铜问题”,通过捕捉和去除铜优化 HASL 工艺。以无铅 HASL 工艺中广泛使用的锡-铜-镍合金为例进行介绍。

关键词:

无铅; HASL; 铜累积



图 1 Balver Zinn 无铅焊料专家 Thomas Berger 推荐优化的无铅 HASL PCB 涂饰

在无铅 HASL 中最大的问题是焊料槽中和所有设备中铜的累积。在我做 HASL 工艺的技术支持中,我曾用过许多公司制造的设备,如 Cemco、Pentagal、Laif 和 Lantronic 等。在所有这些工厂中,问题都是一样的。随着铜含量的升高,焊料的熔化温度升高,必然工艺的工作温度也升高。铜的目标水平应大约在 0.9%。

最近的学术研究已确定 0.9% 比传统值的 0.7% 更接近锡铜共晶的真实成分(图 2)。对最近几年 Balver Zinn 承担的其用户的 5 600 多个 HASL 焊料槽进行分析,铜水平的高斯曲线峰值只略高于那个水平(图 3),这不止是一个巧合。

一般 HASL 工艺的工作范围为 265 °C~275 °C,实际上这一温度可被用于所有的积层等级。在这些温度下没有积层退化问题,甚至 CEM1 也没有。然而,随着焊料槽中铜含量的增加工艺所需的温度也在增加。例如,广受欢迎的锡-铜-镍合金(SN100CL),如果铜含量高于优化值 0.3%,为 1.2%,焊料温度必须提高到 285 °C。如果铜达到了这一水平,把铜水平降回到接近 0.9% 有两个方案:

方案 1 排出焊料槽中的部分焊料,用无铜合金代替装满。

方案 2 使用所谓的“冻析”方

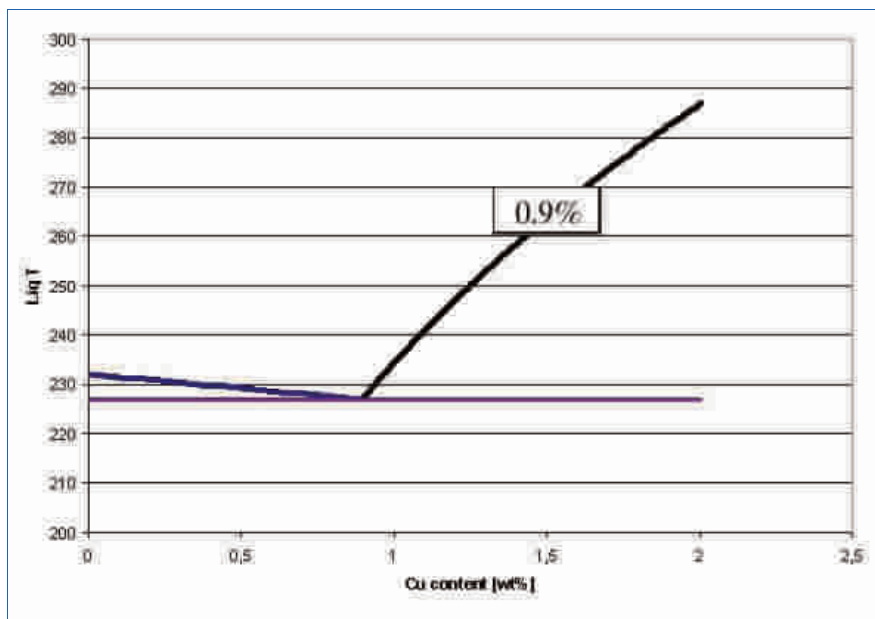


图 2 修正的 Sn-Cu 相图

专访

Leiterplatten 服务工作站
Hubert Brautmeier 先生



Hubert Brautmeier 是 Salzkotten PCB 服务工作站的首席执行官,他承认转向无铅 HASL 合金不可能不升高工艺温度。他的公司一直采用无铅 HASL 涂饰,使用 Balver Zinn SN100CL 用于印制电路板涂饰已有 6 年的历史。迄今为止, Brautmeier 已用无铅 HASL 涂饰 PCB 约 600 000 m²。

Hubert Brautmeier 回顾说:“在经过最初的困难和与用户的多次交流后,现在的无铅 HASL 工艺非常稳定。为了保持持续的低成本,通过 Thomas Berger 的技术支持,我们进行了许多的焊料槽分析和不断的调节,以获得最优化的结果。微调是需要的,必须培训每一个工艺操作者。另外,我们的设备供应商必须做一些机械调整。尤其是,在工艺中必须精确反映实际温度是非常重要的。最后,在实现最佳结果的清洗前后进行调节是必需的。”

由于无铅 HASL 涂饰的需求不断增长, Brautmeier 正在计划投资建立另一个公司,以提供这项服务。

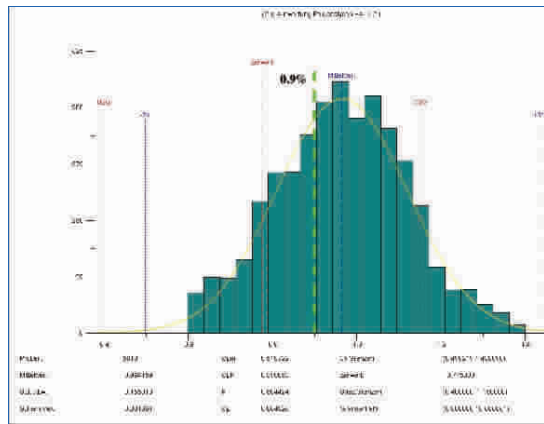


图 3 5 800 个 SN100CL HASL 焊料槽试样中铜水平分布

法。当锡-铜共晶焊料 (63 %Sn/37 %Pb) 被冷却到约 190 °C (其正常熔点温度 183 °C 以上 7 °C) 时,锡-铜金属间化合物 (Cu₆Sn₅) 从熔融焊料中析出。在高密度下,富铜焊料的这一金属间化合物倾向于浮在上面,可用多孔勺撇取。

对于无铅焊料,情况有点不同。这一冻析方法仍可使用,但由于无铅焊料的密度约比共晶锡-铜焊料的低 10 %,锡-铜金属间化合物倾向于沉积在焊料槽的底部,与浮在上面正好相反。然而,它可以通过一个设计尺寸合适的多孔勺从焊料槽的底部挖掘取出。沉积的金属间化合物必须凭感觉找到,看不见。

我叫这种方法为“井底清沙”。对于正在除铜的锡-铜-镍合金 (SN100CL),较低的温度约 235 °C (正常熔点温度以上 8 °C),让焊料槽保持至少 2 h,一晚上最好。然后大多数合金仍是熔融的,沉积的金属间化合物 (图 4) 可用合适设计的工具从焊

料槽的底部挖出。直到挖取工具不再能挖到任何的沉积物为止。

用这种方法,焊料槽的铜含量可降到约 0.9 %,焊料槽返回到最佳的工艺温度。这一去铜工艺需每天或每周进行一次,取决于通过生产线加工的积层的面积。

方案 2 的优点是材料成本极低,焊料槽成分比较稳定 (图 5)。

在任何去铜工序前,焊料槽的成分都应通过获取一定的试样进行化学分析确定,已便知道起点。去铜后焊料槽返回到工艺温度也应提取试样。PCB 制造者有权要求他们的焊料供应商提供免费分析服务。在化学分析中经常会有差错,这使得获得必要的的数据以改进焊料槽管理工艺变得很困难。



图 4 锡-铜-镍-锆无铅焊料 HASL 焊料槽底部挖出的锡铜金属间化合物

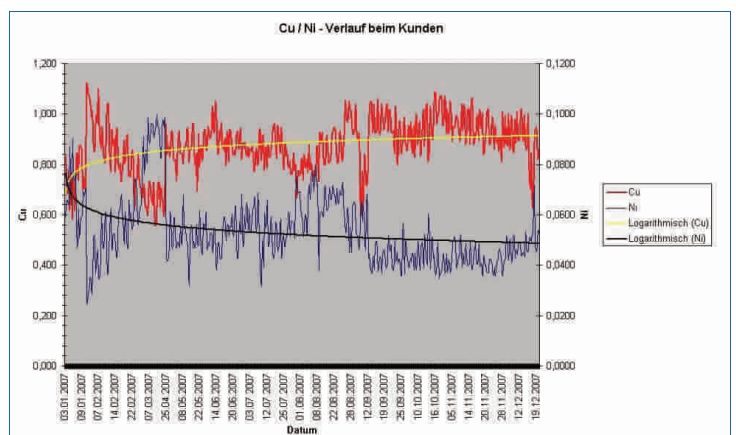


图 5 SN100CL 焊料槽中一年多的铜 (红) 和镍 (蓝), 铜用方案 2 处理。起点为装满新鲜的符合技术规范的焊料